7. Systemy lokalizacji osób i urządzeń

Kazimierz Miśkiewicz, Antoni Wojaczek

7.1. Wstęp

Rozdział ten wykorzystuje częściowo materiał zawarty w monografii Autorów Miśkiewicz K., Wojaczek A.: *Radiokomunikacja w kopalniach podziemnych*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2020.

Jak już wspomniano w rozdziale trzy systemy radiokomunikacyjne stosowane w kopalniach podziemnych wykorzystywane są nie tylko do łączności fonicznej, czy transmisji danych, lecz również do wielu innych zadań, które z formalnego punktu widzenia powinien realizować każdy Kierownik Ruchu Zakładu Górniczego (KRZG). W odniesieniu do systemów lokalizacji i ewidencji osób w Prawie geologicznym i górniczym i aktach wykonawczych do tego prawa [PGG, 2023; RRM, 2004; RM, 2017] określono ogólne zasady i warunki eksploatacji takich systemów. Najważniejsze z nich to:

- Przedsiębiorca powinien prowadzić ewidencję osób przebywających w zakładzie górniczym.
- Osobom przebywającym w wyrobiskach zapewnia się lampy osobiste wyposażone w nadajniki lokacyjne przystosowane do emitowania sygnału w sposób ciągły lub okresowy na zapytanie z urządzenia lokacyjnego przez nie mniej niż 7 dni. W zakładzie górniczym stosuje się systemy lokacyjne złożone z nadajników lokacyjnych oraz urządzeń odbiorczych umożliwiających lokalizację nadajnika z odległości nie mniejszej niż 20 m we wszystkich kierunkach.
- Systemy służące do lokalizacji i ewidencji pracowników w podziemnych zakładach górniczych powinny być zaprojektowane tak, aby pozwalały na operatywne zarządzanie przemieszczaniem się pracowników zarówno w stanach normalnej pracy, jak i zagrożenia. Powinny one rejestrować przejścia pracowników przez punkty kontrolne systemu, informować dyspozytora w trybie alarmowym, że w strefie zagrożonej znajduje się osoba lub został przekroczony dopuszczalny czas przebywania osoby w strefie zagrożonej. Informacje alarmowe przekazywane do dyspozytora powinny być jednocześnie przekazane (jako informacja zwrotna) do osoby, której to zdarzenie dotyczy.

W przepisach są także określone ogólne minimalne wymagania dla urządzeń radiokomunikacyjnych stosowanych w zakładach górniczych, do których w szczególności należy zaliczyć:

- W kopalniach metanowych należy stosować przeciwwybuchowe systemy telekomunikacyjne. W szczególności systemy łączności przewodowej oraz radiowej wraz z systemami transmisyjnymi powinny być iskrobezpieczne (dla światłowodów bezpiecznie optyczne) przystosowane do pracy przy dowolnej koncentracji metanu.
- Sprzęt elektryczny i telekomunikacyjny powinien być odporny na oddziaływanie czynników zewnętrznych w miejscu przewidywanego użytkowania. Obudowa sprzętu powinna być wykonana z materiałów niepalnych lub trudnozapalnych. Materiały użyte do obudowy tego typu powinny być odporne na działanie czynników chemicznych, mechanicznych

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

i elektrycznych. Obudowa sprzętu przy normalnej eksploatacji powinna zapewnić stopień ochrony nie niższy niż IP54.

Aktualne możliwości systemów radiokomunikacyjnych stwarzają możliwość realizacji elektronicznych systemów identyfikacji, lokalizacji, kontroli dostępu i ewidencji załogi w wyrobiskach podziemnych wykorzystując technikę RFID[1] (*Radio Frequency Identification*) ewentualnie jej rozszerzenie zwane RTSL[2] (*Real Time Locating System*). Tego rodzaju systemy są zaliczane formalnie do tzw. systemów bezpieczeństwa i bardziej szczegółowe wymagania funkcjonalne są sformułowane między innymi w punkcie 3.4.6. załącznika nr 3 w rozporządzenia o dopuszczeniu [RRM, 2004] określające, iż systemy bezpieczeństwa służące np. do lokalizacji i ewidencji pracowników w podziemnych wyrobiskach górniczych powinny być zaprojektowane tak, aby pozwalały na operatywne zarządzanie przemieszczaniem pracowników zarówno w stanach normalnej pracy, jak i w stanach zagrożenia, rejestrowały przejścia pracownika przez punkty kontrolne systemu a także informowały dyspozytora w trybie alarmowym o tym, że:

- w strefie zagrożenia znajduje się osoba,
- został przekroczony dopuszczalny czas przebywania osoby zagrożonej w strefie zagrożonej.

Dla wyjaśnienia pewnych sformułowań należy zdefiniować wybrane podstawowe określenia pojawiające się w tym rozdziale.

Identyfikacja, zwana w języku angielskim RFID, to technika zdalnego (w zakresie od cm do kilku m) odczytu danych zawartych w elektronicznych identyfikatorach.

Lokalizacja – to sposób określania bieżącego położenia górnika lub maszyny albo kontenera transportowego (w czasie i przestrzeni). Często umożliwia ona także wyznaczanie kierunku ruchu górnika czy maszyny. Systemy lokalizacji to jeden z przykładów wykorzystania **identyfikacji.** Istnieją dwa sposoby realizacji lokalizacji:

- **Lokalizacja strefowa** określająca, w której strefie znajduje się górnik, maszyna czy kontener transportowy; na granicy stref instaluje się bramki odczytujące dane z identyfikatorów.
- **Lokalizacja dokładna,** zwana po angielsku RTLS, określająca (z dokładnością do kilku metrów) położenie górnika, maszyny czy kontenera transportowego w wyrobisku.

Kontrola dostępu – sprawdzanie, na podstawie odczytu przez bramkę danych z identyfikatora, uprawnienia do przejścia przez bramkę. **System kontroli dostępu** może umożliwić przejście przez bramkę (otwarcie bramki obrotowej lub uchylnej, otwarcie drzwi) lub może sygnalizować optycznie i/lub akustycznie zakaz przejścia przez bramkę. Dotyczy to np. bramek w wyrobiskach kopalnianych rejonów o szczególnych zagrożeniach czy pomieszczeń o ograniczonym dostępie (rozdzielń elektroenergetycznych, komór materiałów wybuchowych itp.).

Lokacja – nie każdy system lokalizacji umożliwia identyfikację (personalizację) lokalizowanego górnika czy obiektu. Przykładem może być np. nadajnik **lokacyjny** systemu GLON (skrót od górniczy lokacyjny osobisty nadajnik). Korzystając z odbiornika **lokacyjnego**

[1] identyfikacja za pomocą częstotliwości radiowych
[2] system lokalizacji w czasie rzeczywistym

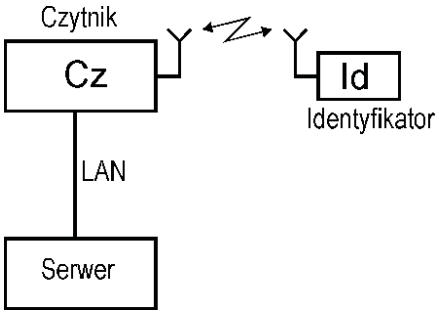
Open Access (CC BY-NC 4.0)

GLOP, można zlokalizować obiekt, lecz nie można go personalizować. Ten sposób lokalizacji w górnictwie określany jest słowem **lokacja**. Dla poszukiwania górników w akcjach zawałowych wykorzystuje się pomiar natężenia pola magnetycznego wytwarzanego przez nadajniki lokacyjne umieszczone w lampach osobistych górników. Zmierzona wartość natężenia pola magnetycznego pozwala na określenie tylko odległości do nadajnika lokacyjnego.

7.2. Systemy identyfikacji RFID

W systemach RFID (identyfikacji za pomocą częstotliwości radiowych) występują zawsze dwa urządzenia (rys. 7.1): identyfikator[1] oraz czytnik. Uzupełnieniem systemu jest komputer (serwer) do którego przesyłane są (online) dane z czytnika i który udostępnia je użytkownikom. Czasami czytnik wyposażony jest w pamięć, a dane do serwera są przekazywane offline.

Często **identyfikator** jest nazywany **transponderem**, **tagiem** (etykietą, znacznikiem), **chipem** (spolszczonym słowem angielskim), a czasami (jak w przypadku np. bankowości elektronicznej) **kartą zbliżeniową**. Informacja odczytana przez czytnik jest przesyłana do systemu komputerowego, gdzie jest wykorzystywana w systemie identyfikacji.



Rys. 7.1. Główne elementy systemu RFID

Z punktu widzenia kierunku transmisji sygnałów użytecznych można wyróżnić identyfikatory jednokierunkowe oraz dwukierunkowe, w których czytnik oprócz odbioru charakterystycznego kodu identyfikatora, przesyła do niego inne sygnały użyteczne (np. alarmowe, informacyjne, przywoławcze) wygenerowane w systemie.

Jeżeli w pobliżu czytnika znajdzie się identyfikator, to czytnik korzystając z łącza radiowego czytnik-identyfikator i posługując się zdefiniowanym wcześniej protokołem „odczytuje" dane zapamiętane w pamięci identyfikatora. Mogą to być:

- dane zapisane w pamięci identyfikatora przez producenta,
- dane zapisane w pamięci identyfikatora przez użytkownika (instalatora) systemu RFID,
- dane zbierane przez identyfikator (np. z czujników) w czasie pomiędzy kolejnymi odczytami.

[1] W monografii stosowane będą zamiennie pojęcia; **identyfikator,** który jest bardziej ogólnym (i lepszym) określeniem oraz **transponder.** Identyfikator nie zawsze jest transponderem, czyli urządzeniem nadawczo-odbiorczym. Transponder pochodzi z połączenia słów: **trans**mitter i res**ponder** (nadawać, odpowiadać). Wiele identyfikatorów stosowanych w kopalniach w stanie aktywnym „pracuje jednokierunkowo", tylko nadaje (np. nadajnik TTAG system ARGUS).

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

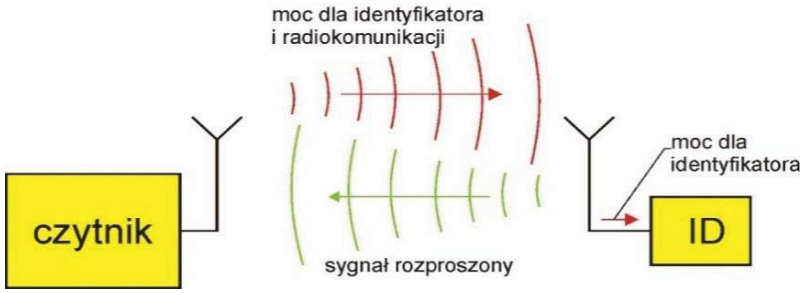
Cechą charakterystyczną systemów RFID jest bezprzewodowa transmisja danych pomiędzy czytnikiem i identyfikatorem. Odległość w zależności od zastosowania i przyjętych rozwiązań układowych elektroniki może być od milimetrów do setek metrów.

Klasyfikację systemów RFID można dokonać ze względu na:

- sposób zasilania identyfikatora,
- sposób przesyłania informacji (protokół) między czytnikiem i identyfikatorem,
- częstotliwości wykorzystane w kanale radiowym,
- funkcjonalność identyfikatora,
- rozmiar pamięci identyfikatora,
- zastosowanie.

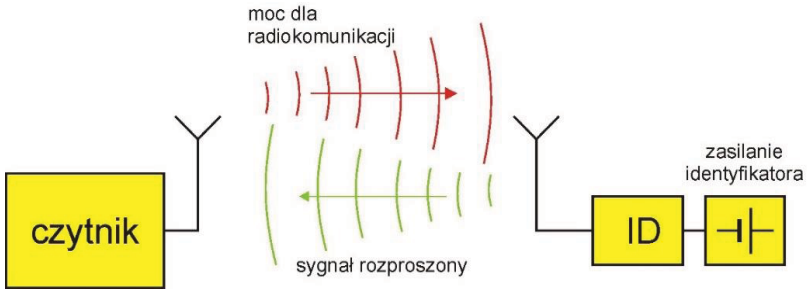
Ze względu na sposób komunikacji pomiędzy identyfikatorem i czytnikiem można wyróżnić trzy podstawowe systemy RFID [Miśkiewicz, 2020]:

- Pasywne, w których identyfikator nie posiada własnego autonomicznego źródła zasilania (rys. 7.2). Czytnik RFID emituje w odpowiednich odstępach czasowych sygnał radiowy (traktowany jako zapytanie). Identyfikator poprzez swoją antenę odbiera sygnał z czytnika i przez prostowanie i powielanie tworzy napięcie zasilania dla swojej elektroniki. Po uzyskaniu właściwego napięcia zasilania identyfikator wysyła swój numer identyfikacyjny oddziałując na sygnał z czytnika (np. poprzez modulacje amplitudy). Czytnik odbiera zmodyfikowany sygnał odczytując numer identyfikacyjny identyfikatora. W tym wypadku jest to transponder.



Rys. 7.2. Schemat blokowy systemu RFID z identyfikatorem radiowym (ID) pasywnym

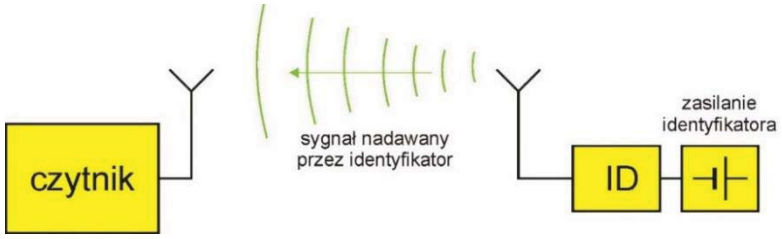
- Semi pasywne, w których identyfikator posiada własne źródło zasilania dla swojej elektroniki (rys. 7.3). Komunikacja pomiędzy czytnikiem i identyfikatorem jest podobna jak w systemach pasywnych. Transponder jest uaktywniany sygnałem z czytnika.



Rys. 7.3. Schemat blokowy systemu RFID z identyfikatorem ID semi pasywnym

Open Access (CC BY-NC 4.0)

– Aktywne, w których identyfikator posiada własne źródło zasilania i własny nadajnik sygnału radiowego (rys. 7.4). Najczęściej identyfikator w systemach aktywnych wysyła swój numer identyfikacyjny ciągle, w bardzo krótkich w pseudolosowo określonych odstępach czasu.



Rys. 7.4. Schemat blokowy systemu RFID z identyfikatorem ID aktywnym

Zakres częstotliwości używanych w systemach RFID wynika z pewnych uregulowań prawnych z zakresu radiokomunikacji, głównie stosownego rozporządzenia ministra „właściwego do spraw łączności" dotyczącego użytkowania urządzeń radiowych nadawczych bez pozwolenia [RMC, 2022]. Rozporządzenie to określa między innymi:

– jakie częstotliwości mogą być użytkowane w systemach RFID,
– maksymalne dopuszczalne parametry urządzeń nadawczych, takie jak moc promieniowania e.i.r.p. (*Effective Isotropical Radiated Power* – zastępcza moc wypromieniowana izotropowo) lub natężenie pola magnetycznego w określonej odległości od nadajnika (np. 10 m),
– kształt wiązki promieniowania anteny nadajnika,
– aktywność nadajnika.

Najczęściej stosowane są systemy RFID pracujące w pasmach częstotliwości 125/135 kHz, 13,56 MHz, 868/915 MHz, 2,45 GHz. Spotyka się również inne pasma częstotliwości np. 433 MHz.

Ze względu na funkcjonalność można wyróżnić następujące systemy z:

– identyfikatorami 1-bitowymi (EAS – *Electronic Article Surveillance* – elektroniczny nadzór nad artykułami); są to najczęściej systemy antykradzieżowe w sklepach, gdzie czytnik tylko wykrywa obecność identyfikatora i generuje alarm przy próbie wyniesienia towaru poza sklep bez zapłaty; obsługa kasy bardzo silnym polem magnetycznym niszczy w sposób nieodwracalny identyfikator;
– identyfikatorami tylko do odczytu;
– identyfikatorami do zapisu i odczytu;
– mechanizmami antykolizji, gdzie możliwe jest odczytanie wielu identyfikatorów znajdujących się w zasięgu czytnika;
– uwierzytelnieniem i szyfrowaniem;
– identyfikatorami (kartami) inteligentnymi zawierającymi procesor kryptograficzny.

Na rysunku 7.5 pokazano przykład transpondera pasywnego TRID (125 kHz) firmy ELSTA [ELSTA], stosowanego do identyfikacji elementów górniczej sekcji obudowy zmechanizowanej (a), budowę wewnętrzną identyfikatora (karty) pasywnego (b) i identyfikator

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

aktywny z przyciskiem alarmowym (Mobile Communicator firmy Venture) stosowany między innymi w kopalniach amerykańskich (c).

a) b) c)

Rys. 7.5. Przykłady identyfikatorów pasywnego (a, b), aktywnego z przyciskiem alarmowym (Mobile Communicator) Venture (c)

Przez strefę działania (odczytu) czytnika należy rozumieć obszar wokół czytnika, w którym zlokalizowany tam identyfikator zostanie poprawnie odczytany. Rozmiar i kształt strefy działania zależy między innymi od aktualnego usytuowania identyfikatora (ze względu na kierunkowość anteny identyfikatora) a także od usytuowania ruchomych maszyn i urządzeń i niekiedy ekranującego działania ciała człowieka i jego osobistego wyposażenia.

Rozmiar strefy działania transponderów pasywnych i semi pasywnych jest nieduży począwszy od centymetrów (np. dla kart płatniczych z funkcją zbliżeniową) do kilkudziesięciu cm (np. dla identyfikatorów EAS).

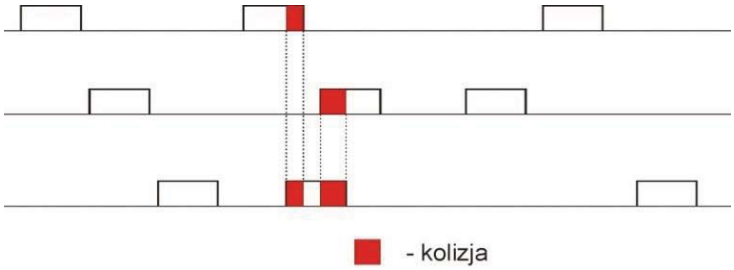
W przypadku systemów pasywnych lub semi pasywnych sprzężenie pomiędzy czytnikiem i identyfikatorem może być [Finkenzeller, 2003]:

– indukcyjne,
– pojemnościowe,
– z rozproszeniem wstecznym (electromagnetic backscatering coupling),
– indukcyjne bliskie (rzędu mm).

Transpondery aktywne są wyposażone w źródło zasilania i własny nadajnik. Zasięg strefy działania czytników identyfikatorów aktywnych może być od kilku do kilkuset metrów. Ponieważ w strefie odczytów może znajdować się wiele identyfikatorów istotne jest zastosowanie takiego protokołu komunikacyjnego, który zapewni odczyt wszystkich identyfikatorów przez czytnik w niezbyt długim czasie.

Prostą metodą odczytu wielu identyfikatorów jest zastosowanie protokołu ALOHA [Finkenzeller, 2003]. Polega on na emitowaniu przez identyfikatory w losowych odstępach czasu ramek z numerem identyfikacyjnym niezależnie od zajętości kanału radiowego. Niekiedy wystąpi kolizja, tzn. ramki lub ich fragmenty będą nadawane równocześnie, co uniemożliwia ich poprawny odbiór i odczyt numeru identyfikacyjnego (rys. 7.6).

Open Access (CC BY-NC 4.0)



Rys. 7.6. Ilustracja powstania kolizji w przypadku trzech identyfikatorów w strefie odczytu czytnika

Dla przykładu można podać, że identyfikatory typu TTAG-868FSK/L systemu radiowej identyfikacji personelu i sprzętu typu ARGUS zainstalowane w lampach wszystkich górników pracujących w KWK Pniówek wysyłają dwa razy w ciągu sekundy przez 5 ms swój unikatowy pakiet identyfikacyjny.

Stosując odpowiednio długi czas odczytu identyfikatorów (nadających w losowych, nieregularnych odstępach czasu) można uzyskać prawdopodobieństwo odczytu wszystkich identyfikatorów bliskie jedności. W wielu rozwiązaniach wielkość strefy odczytu czytnika może być regulowana programowo przez ustawienie czułości czytnika.

7.3. Możliwości wykorzystania systemów RFID w górnictwie

7.3.1. Rejestracja czasu pracy i zjazdu na dół

Identyfikację RFID można wykorzystać do **rejestracji czasu pracy (RCP)** w zakładzie pracy (zaliczenie „dniówki powierzchniowej") oraz do rejestracji zjazdu pracowników na dół. Przy wejściu na teren kopalni instaluje się bramki kontroli dostępu przepuszczające ludzi po odczytaniu i weryfikacji identyfikatora osobistego górnika. Bramka zawiera między innymi czytnik oraz ewentualnie mechaniczne elementy blokujące przejście (np. kołowrotek czy rygiel). Czytnik jest przyłączony do systemu RCP. Na rysunku 7.7 pokazano przykłady bramek kontroli dostępu (czytników) zainstalowanych w kopalniach JSW S.A. pełniących różne funkcje w kopalni.

Na głównych bramach wejściowych stosuje się wielostanowiskowe bramki jednokierunkowe osobne dla wejścia oraz osobne dla wyjścia z zakładu pracy (rys. 7.7 a ÷ c). Odczyt z identyfikatora zezwala na wejście jednej osoby, a odczytane dane są przesyłane do systemu RCP dla udokumentowania czasu przebywania pracownika na terenie zakładu pracy.

Podobne jednokierunkowe bramki mogą być zainstalowane na nadszybiach szybów zjazdowych dla **rejestracji zjazdów pracowników** do wyrobisk podziemnych (rys. 7.7 e). Na szybach peryferyjnych i przy małej liczbie górników pracujących w danym rejonie stosuje się bramki zintegrowane realizujące zarówno funkcje RCP, jak i zaliczające zjazdy pracowników. Górnik przed przyłożeniem identyfikatora do czytnika świadomie dokonuje wyboru (przyciskami A, B, C, D rys. 7.7 f) przyczyny swojej obecności w tym rejonie. Na niektórych ciągach komunikacyjnych instaluje się czytniki w wersji terminalowej, najczęściej tylko same czytniki (rys. 7.7 d) i oddzielny duży wyświetlacz.

System rejestracji czasu pracy RCP i system rejestracji zjazdów pracowników mogą być traktowane również jako szeroko rozumiany system **lokalizacji strefowej pracowników**, który posiada informacje o tym, kto (imię i nazwisko) jest na terenie kopalni (strefą lokalizacji jest

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

kopalnia) i kto zjechał na dół (strefą lokalizacji jest nadszybie, szyb zjazdowy i wszystkie wyrobiska podziemne). Wymienione systemy realizują funkcje **lokalizacji strefowej.**

Rys. 7.7. Czytniki ZAM A.70: a) w obudowie przykręcanej do podłoża, b) w układzie szeregowym na głównej bramie wejściowej kopalni, c) widok płyty czołowej, d) czytnik w wersji terminalowej, e) czytnik na nadszybiu szybu zjazdowego - ewidencja zjazdów, f) w obudowie przykręcanej do ściany przy szybie peryferyjnym realizującym zarówno funkcje RCP, jak i rejestrującym zjazd do wyrobisk podziemnych

W kopalniach JSW S.A. stosowane są systemy RCP czeskiej firmy ZAM. Czytniki systemu RCP są instalowane, konfigurowane oraz serwisowane przez firmę JSW IT Systems (ITS). Wybrane dane techniczne tych czytników:

- wymiary wyświetlacza 70x40 mm,
- zasięg działania kart zbliżeniowych (8 cm MIFARE, 12 cm UNIQUE),
- duża ilość pamiętanych rejestracji – 100 000 lub 200 000,
- wielokolorowy podświetlany element optyczny (piktogram) sygnalizujący zdarzenia kolorem niebieskim, czerwonym bądź różowym,
- sygnalizacja zdarzeń (dźwięki, element optyczny),
- współpraca z kartami zbliżeniowymi przystosowanymi do pracy w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

Elektronika jest wykonana na bazie 32-bitowego procesora ARM oraz dwóch procesorów ATMEGA. Bramka może być zasilana napięciem sieciowym 230 V, względnie stałoprądowym (12 V do 48 V). Wyposażona jest w podtrzymanie awaryjne pracy (akumulator 12 V, czas podtrzymania min 4,5 h) Posiada standardowe interfejsy: RS232, RS485 (z optoizolacją), Ethernet 10/100 Mb/s. Umożliwia współpracę z wielu różnymi urządzeniami zewnętrznymi typu rygiel, bramka, kołowrót, przekaźnik. Wewnętrzny czas zegara jest podtrzymywany za pomocą dodatkowej baterii (niezależnej od akumulatora).

Czytnik w zależności od zastosowanej głowicy czytającej umożliwia współpracę z kartami zbliżeniowymi UNIQUE lub programowalnymi MIFARE. Sygnalizacja zdarzeń czytnika (np. rejestracja) jest prezentowana za pomocą dźwięku oraz dwukolorowego piktogramu. Czytnik umożliwia równie zapis pewnych informacji na programowalnych kartach zbliżeniowych MIFARE. Ma on możliwość (w trybie OFFLINE) dodatkowej weryfikacji osoby posługującej się kartą poprzez wymuszenie wprowadzenia z klawiatury indywidualnego kodu zawierającego do 8 znaków. Czas reakcji czytnika na zbliżenie karty wynosi poniżej 1 sekundy (przeszukanie 10000 kart uprawnionych). W momencie rejestracji pracownika na wyświetlaczu może nie tylko pojawić się jego imię i nazwisko, lecz także np. bilans godzin, ważność badań okresowych, ilość dni urlopu do wykorzystania bądź dowolny inny komunikat. Przy współpracy z kołowrotem bramka ma np. możliwość:

- wpuszczenia pracownika tylko w określone dni i o określonej porze,
- zablokowania wielokrotnego rejestrowania tej samej karty pomiędzy odczytami rejestracji,
- wyświetlania na ekranie liczby nieodczytanych rejestracji,
- zastosowania karty identyfikacyjnej jako przepustki (możliwość ustalenia daty ważności karty).

Radiowe systemy RCP oparte na indywidualnych identyfikatorach pracownika stosuje się we wszystkich kopalniach JSW S.A. Osoby zewnętrznych serwisów technicznych i inni goście otrzymują w biurze przepustek kopalni identyfikator jednorazowy, względnie okresowy. Czytnik wejściowy wymaga zbliżenia (na kilka cm) identyfikatora do czytnika. Identyfikator pracownika nie ma własnego źródła zasilania, jest elementem pasywnym. Do rejestracji wejścia (wysłania stosownego kodu do systemu ewidencji załogi) wykorzystuje energię pobraną z czytnika za pośrednictwem pola elektromagnetycznego.

Na rysunku 7.8 (a, b) pokazano przykład (widok i budowę wewnętrzną) karty identyfikacyjnej MIFARE stosowanej w zakładach górniczych JSW S.A. Jest ona również stosowana na nadszybiach przy rejestracji zjazdu do wyrobisk podziemnych osób uprawnionych. Stosowane są karty zbliżeniowe MIFARE (Classic, względnie Plus) w wersji z 7-bajtowym unikalnym numerem seryjnym (UID), zgodnie z normą ISO 14443 typ A.

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

a) b)

Rys. 7.8. Przykłady: a) identyfikatora uprawniającego do wejścia na teren JSW S.A., b) wnętrza karty zbliżeniowej MIFARE identyfikatora osobistego

Karta jest dostarczana w kolorze białym (materiał PCV), przystosowana do zadruku na drukarkach termosublimacyjnych[1]. Wybrane dane techniczne karty:

- wymiary: 85,6 x 54 x 0,76 mm,
- chip bezstykowy (RFID): NXP MF1 IC S50 lub NXP MF1SPLUS60x,
- częstotliwość pracy: 13,56 MHz, kompatybilne z ISO 14443A,
- pamięć całkowita EEPROM: 1024 bajty 2048 bajtów,
- posiada unikalny 7-bajtowy numer seryjny (i/lub) nieunikalny 4-bajtowy nr seryjny,
- szyfrowanie: CRYPTO1 48-bit i AES 128-bit (dla kart Plus).

Karty MIFARE wykorzystują do komunikacji z czytnikiem protokół NFC[2] *(near field communication)*. Protokół ten zapewnia wymianę danych na odległości kilku cm, korzystając z częstotliwości 13,56 MHz.

W kopalniach JSW S.A. niestosujących systemów RFID w wyrobiskach podziemnych, wymagana przepisami rejestracja miejsc pracy na dole grup pracowników dokonywana jest w dyspozytorni kopalnianej przez przyjęcie (od sztygara zmianowego) telefonicznego ogólnego meldunku o liczbie górników pracujących w danym rejonie i charakterze wykonywanej przez nich pracy. Na podstawie tych telefonicznych meldunków dyspozytor sporządza ogólny raport zmianowy. Raport ten często odbiega od rzeczywistego obrazu przemieszczania się górników w czasie danej zmiany roboczej.

7.3.2. Lokalizacja strefowa

Stosowanie np. obrotowych (czy uchylnych) bramek kontroli dostępu lub bramek wymagających włożenia identyfikatora do czytnika w wyrobiskach podziemnych jest nieuzasadnione ze względu na zapewnienie bezpiecznego i szybkiego przemieszczania się

[1] Drukarka termosublimacyjna (sublimacyjna) – typ kolorowej drukarki wykorzystujący ciepło do przenoszenia barwnika na określony nośnik druku. Dla ochrony wydruku przed degradacją lub resublimacją nakłada również warstwę laminatu.

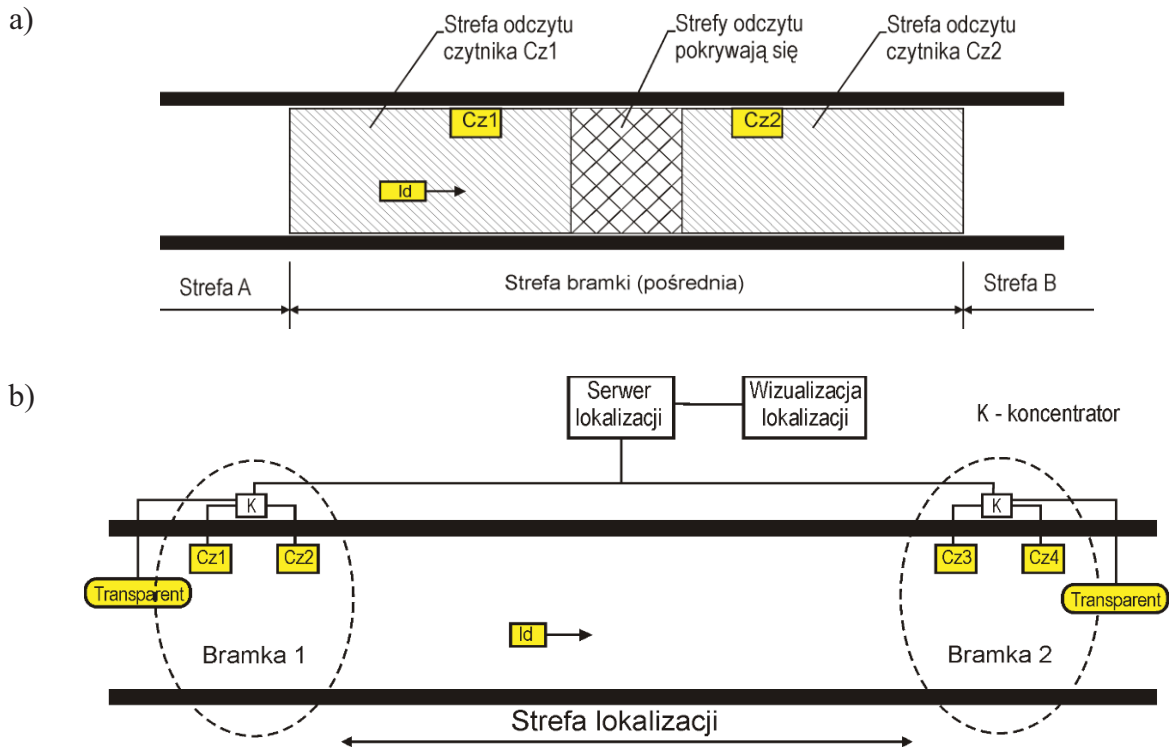
[2] NFC – komunikacja bliskiego zasięgu to protokół, która umożliwia komunikację między dwoma urządzeniami na odległość nie większą niż 20 cm. Jest on najczęściej używany w trakcie płatności zbliżeniowych telefonem. Do przesyłania informacji pozwala on na dwukierunkową **jednoczesną** komunikację tylko z jednym urządzeniem pasywnym.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

załogi w sytuacji zagrożenia, ograniczenia w poruszaniu się ludzi, transporcie materiałów i innych urządzeń. W wyrobiskach podziemnych wyposażając pracowników w identyfikatory aktywne można zrealizować **lokalizację strefową**.

Na granicach poszczególnych stref zainstaluje się zestawy co najmniej dwóch czytników zwanych **bramkami RFID** (rys. 7.9 a). Strefy odczytu czytników muszą się częściowo pokrywać. W każdej bramce na podstawie sekwencji odczytów identyfikatorów przez poszczególne czytniki można określić kierunek ruchu identyfikatora (czy porusza się do strefy, czy wychodzi ze strefy). Instalując dwie bramki RFID w wyrobisku można zrealizować lokalizację strefową co pokazano na rysunku 7.9 b).

Jeżeli w strefie obowiązuje ograniczenie liczby jednocześnie przebywających tam osób, ponieważ jest to **strefa szczególnego zagrożenia tąpaniami**, to w pobliżu bramek na granicy strefy umieszcza się transparenty, które w przypadku, gdy w strefie znajduje się maksymalna dopuszczalna liczba osób wyświetlają napis „ZAKAZ WEJŚCIA”. System lokalizacji na podstawie liczby zarejestrowanych osób w strefie wyświetla odpowiednie napisy na transparentach.



Rys. 7.9. Ilustracja działania bramki RFID w wyrobisku podziemnym (a), przykład realizacji lokalizacji strefowej w chodniku (b)

7.3.3. Lokalizacja dokładna - systemy RTLS

Jak już wspomniano, techniki RFID stosowane w systemach lokalizacji strefowej, funkcjonują na tej zasadzie, że czytniki dokonują odczytu unikalnego kodu identyfikatora (w momencie przechodzenia w pobliżu czytnika) i przekazują go do serwera systemu. Dokładne położenie identyfikatora w danej chwili nie jest istotne. Istotne jest tylko stwierdzenie obecności identyfikatora wewnątrz strefy.

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

Systemy lokalizacji RTLS są rozwinięciem technik RFID. W takich systemach czytnik nie tylko odczytuje sygnał radiowy wysyłany przez identyfikator, lecz dokonuje także pomiaru pewnych parametrów odebranego sygnału radiowego (np. poziom lub czas nadejścia sygnału z identyfikatora) po to, by system mógł obliczyć położenie identyfikatora z określoną dokładnością w wyrobisku w chwili nadawania sygnału. Systemy RTLS są więc często nazywane **systemami lokalizacji dokładnej** co oznacza, że taki system oblicza położenie identyfikatora z określonym błędem.

Wyróżnia się następujące sposoby lokalizacji identyfikatorów na płaszczyźnie dwuwymiarowej w systemach RTLS:

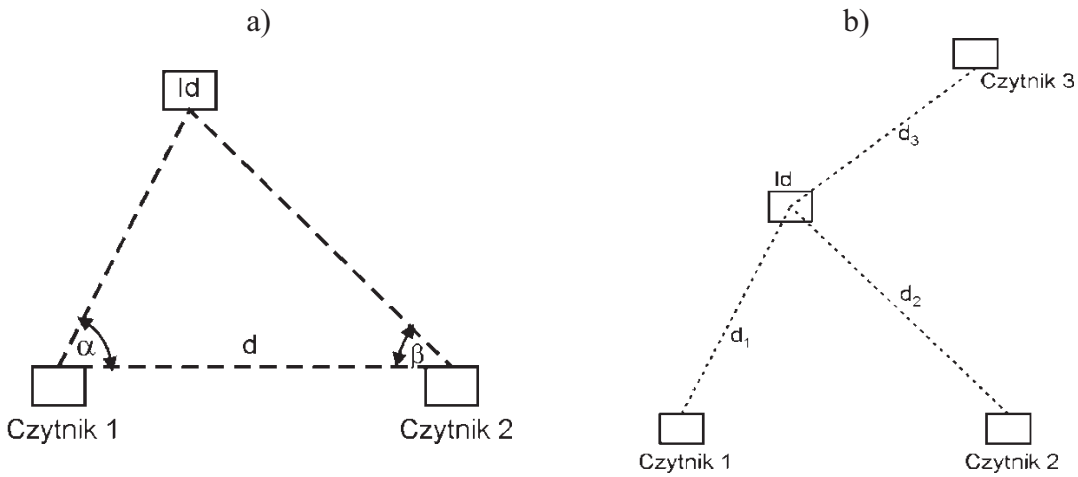
- AOA *(Angle of Arrival)* - metoda pomiaru kąta nadejścia sygnału z identyfikatora,
- TOA *(Time of Arrival)* - metoda pomiaru czasu nadejścia sygnału z identyfikatora,
- TDOA *(Time Difference of Arrival)* – metoda pomiaru różnicy czasów nadejścia sygnałów z identyfikatora,
- RSS *(Received Signal Strength),* niekiedy oznaczona skrótem RSSI (*Received Signal Strength Indicator)* – metoda pomiaru poziomu sygnału radiowego emitowanego przez identyfikator.

Spotyka się również rozwiązania hybrydowe stosujące dwie z wymienionych metod np. AOA i TDOA (rozwiązanie firmy UBISENSE).

W przypadku lokalizacji identyfikatora Id metodą AOA stosuje się dwa czytniki ustawione w odległości d (rys. 7.10 a). Każdy czytnik jest wyposażony w antenę umożliwiającą określenie kątów α i β nadejścia sygnału z identyfikatora. Znajomość odległości d oraz kątów α i β pozwala na określenie położenia identyfikatora wykorzystując zależności geometryczne dotyczące trójkąta. W przypadku metody TOA powinno się stosować trzy czytniki (rys. 7.10 b). Czytniki dokonują pośredniego pomiaru odległości d_1, d_2, d_3 do identyfikatora mierząc czas potrzebny fali elektromagnetycznej na przebycie odległości od identyfikatora do czytnika. Czas może być mierzony dwoma sposobami:

- dwukierunkowo (czytnik – Id – czytnik) z uwzględnieniem czasu odpowiedzi,
- jednokierunkowo, gdzie identyfikator wysyła sygnały w zdefiniowanych chwilach czasowych. Ponieważ nie można zapewnić synchronizacji zegarów identyfikatora i czytników na wynik pomiaru czasu ma wpływ nieznane przesunięcie czasowe zegarów identyfikatora i czytnika. Przesunięcie czasowe zegarów można wyznaczyć stosując dodatkowy czytnik (np. trzy czytniki dla lokalizacji na płaszczyźnie lub cztery czytniki dla lokalizacji w przestrzeni), wykorzystując pojęcie pseudoodległości (podobnie jak w systemach GPS [Narkiewicz, 2003]). Znajomość odległości d_1, d_2, d_3, a także położenia czytników pozwala na określenie położenia identyfikatora wykorzystując typowe zależności geometryczne.

Open Access (CC BY-NC 4.0)



Rys. 7.10. Ilustracja metod lokalizacji identyfikatora ID: a) AOA, b) TOA, TDOA, RSS

W przypadku metody TDOA stosuje się czytniki z synchronizowanymi zegarami i mierzy się różnicę czasów przyjścia sygnału z identyfikatora do dwóch czytników. W przypadku zastosowania trzech czytników różnice czasów pozwalają na określenie różnic odległości $\Delta_{12}=d_1-d_2$, $\Delta_{23}=d_2-d_3$. Znajomość różnic odległości pozwala na określenie położenia identyfikatora wykorzystując typowe zależności geometryczne.

W przypadku metody RSS czytniki dokonują pomiaru poziomu sygnału odebranego z identyfikatora. Jeżeli znany jest model propagacji fali elektromagnetycznej (zależność poziomu sygnału od odległości), to wartość poziomu sygnału odebranego przez poszczególne czytniki pozwoli na określenie odległości d_1, d_2, d_3 oraz położenia identyfikatora.

Należy zaznaczyć, że z uwagi na kształt podziemnych wyrobisk korytarzowych nie jest możliwa lokalizacja w przestrzeni dwuwymiarowej, co ma wpływ na dokładność lokalizacji identyfikatora w wyrobisku.

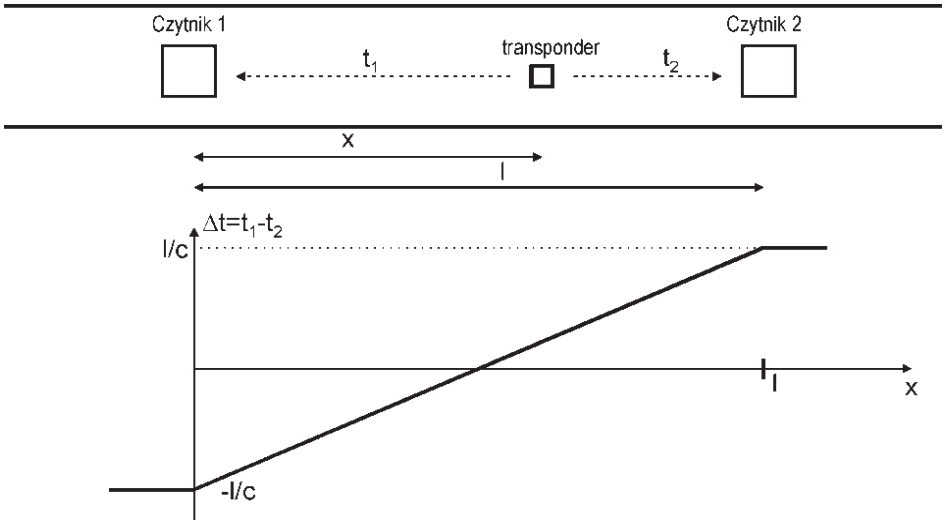
Lokalizacja strefowa, a w niektórych wyrobiskach lokalizacja dokładna, jest istotna w przypadku katastrof górniczych (np. tąpnięciach). Wtedy informacje o położeniu ludzi w chwili katastrofy pozwalają lepiej poprowadzić akcję ratowniczą. Dnia 5.05.2018 r. w Ruchu Zofiówka doszło do wstrząsu, w wyniku którego zostało poszkodowanych siedmiu górników. Ciało ostatniego górnika znaleziono po 12 dniach akcji. Jednym z istotnych problemów prowadzenia akcji ratowniczej w Ruchu Zofiówka była lokalizacja ciał górników. Przebieg akcji ratowniczej skłonił Zarząd JSW S.A. do przeprowadzenia testów kilku dostępnych systemów dokładnej lokalizacji górników RTLS. Z uwagi na kształt wyrobisk korytarzowych możliwa jest jedynie lokalizacja identyfikatorów w osi wyrobiska bez lokalizacji w jego przekroju poprzecznym. Jest to **lokalizacja jednowymiarowa** (występuje tylko jedna współrzędna) tzn. położenie identyfikatora określamy jako odległość od punktu odniesienia (np. od umownego początku wyrobiska). Dla testów w kopalniach JSW przyjęto wymaganą dokładność lokalizacji około 2 m. W wyrobiskach podziemnych praktyczne zastosowanie mogą mieć dwie metody lokalizacji RTLS:

- metoda pomiaru różnicy czasów (TDOA),
- metoda pomiaru poziomu sygnału radiowego (RSS).

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

7.3.4. Lokalizacja dokładna TDOA - pomiar różnicy czasów

Metoda lokalizacji przez pomiar różnicy czasów nadejścia sygnałów TDOA polega na tym, że identyfikator wysyła sygnał radiowy, który jest odbierany przez minimum dwa czytniki (rys. 7.11). Mierzona jest różnica czasu odebrania tego sygnału przez te czytniki. Czas propagacji sygnału od transpondera do czytnika 1 jest równy t_1, a czas propagacji sygnału od transpondera do czytnika 2 jest równy t_2.



Rys. 7.11. Ilustracja liniowej lokalizacji metodą TDOA

Jeżeli w wyrobisku identyfikator będzie znajdować między dwoma czytnikami 1 i 2, w odległości x od czytnika 1, a odległość między czytnikami jest równa l (rys. 7.11), to zmierzona różnica czasów Δt pozwoli na określenie odległości x według zależności:

$$x = \frac{c \cdot \Delta t + l}{2} \tag{7.1}$$

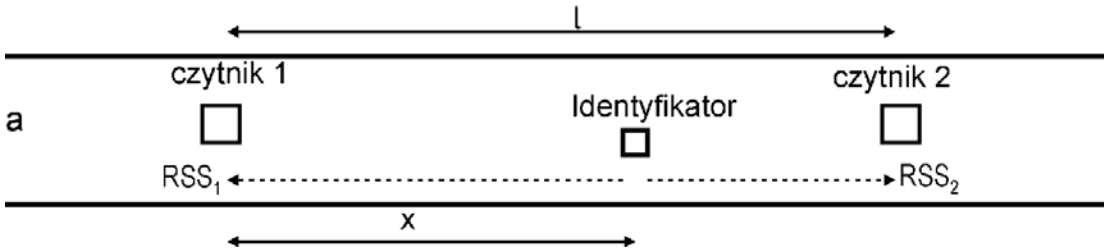
Jeżeli w wyrobisku identyfikator będzie znajdować poza przestrzenia między czytnikami to wyznaczenie lokalizacji metoda TSOA nie jest możliwe. Można temu zaradzić instalując czytniki w taki sposób by identyfikator był w zasięgu więcej niż dwóch czytników.

Warunkiem zastosowania metody TDOA jest możliwość pomiaru czasu z dokładnością nanosekundową. Tak dużą dokładność pomiaru czasu można uzyskać stosując modulację szerokopasmową CSS (sygnał chirp).

7.3.5. Lokalizacja dokładna RSS - pomiar poziomu sygnału radiowego

Metoda lokalizacji przez pomiar poziomu sygnału radiowego RSS polega na tym, że transponder wysyła sygnał radiowy, który jest odbierany przez dwa czytniki (czytnik 1, czytnik 2), a w systemie mierzona jest różnica poziomu sygnału transpondera (ΔRSS) odebranego przez czytnik 1 i czytnik 2. Na rysunku 7.12 pokazano usytuowanie transpondera względem dwóch czytników.

Open Access (CC BY-NC 4.0)



Rys. 7.12. Ilustracja lokalizacji metodą pomiaru poziomu sygnału radiowego RSS

Różnica poziomu sygnałów odebranych przez czytniki jest równa w przybliżeniu

$$\Delta RSS = 10 \cdot n \cdot lg \frac{l-x}{x} \tag{7.2}$$

gdzie *n* oznacza współczynnik zależny od warunków propagacji sygnału radiowego w wyrobisku (w granicach 1,2 do 1,6).

Z zależności (7.2) można wyliczyć odległość x między identyfikatorem i czytnikiem 1. Z prób przeprowadzonych w JSW S.A. wynika, że dla systemu lokalizacji metodą RSS uzyskujemy dokładność około 10% odległości x pomiędzy dwoma czytnikami, a największy bezwzględny błąd lokalizacji (dla przyjętych założeń do szacunkowych obliczeń) jest równy ±1,5 m i występuje w środku między czytnikami.

7.4. Realizacja lokalizacji strefowej w kopalniach

7.4.1. Typowe miejsca instalacji bramek

Uruchomione dotychczas instalacje systemów identyfikacji w kopalniach to systemy lokalizacji strefowej. Z wyjątkiem KWK Pniówek obejmują one kontrolą tylko wybrane rejony czy wyrobiska. Są to najczęściej rejony, w których występują zintegrowane zagrożenia środowiskowe i rejony silnie tąpiące. Przy podejmowaniu decyzji o budowie systemu identyfikacji w danej kopalni zauważa się dwie tendencje:

– Dążenie do uzyskania (tylko w określonym najczęściej małym obszarze np. rejonie zagrożonym) względnie dużej dokładności. Uzyskuje się ten cel przede wszystkim przez umiejętnie dobrane miejsca i liczbę lokalizacji bramek.
– Objęcie systemem identyfikacji dużych obszarów (np. całe poziomy eksploatacyjne), zmniejszając jednocześnie tym samym dokładność miejsca identyfikacji górników.

7.4.2. Lampownia, nadszybia i podszybia

Zabudowa strefowego systemu lokalizacji w kopalni zawsze musi uwzględnić kilka zasadniczych rejonów zakładu górniczego jakimi są przede wszystkim lampownie, nadszybia, podszybia oraz podstawowe rejony eksploatacyjne. Budowa takiego systemu w kopalni wiąże się z potrzebą sprawdzenia przez górnika prawidłowego działania nadajnika po pobraniu lampy osobistej. Sprawdzenie jego działania polega więc na odebraniu informacji z systemu identyfikacji stosowanego w kopalni (np. optycznie na transparencie na nadszybiu), że dany górnik posiada właściwą lampę. Osoby z zewnątrz zjeżdżające na dół w lampowni powinny zostać wprowadzone do komputerowej bazy danych. Niezbędna jest więc instalacja bramki na

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

drodze dojścia z lampowni do nadszybia, tak aby każdy pracownik po pobraniu lampy miał możliwość sprawdzenia poprawność działania swojego nadajnika.

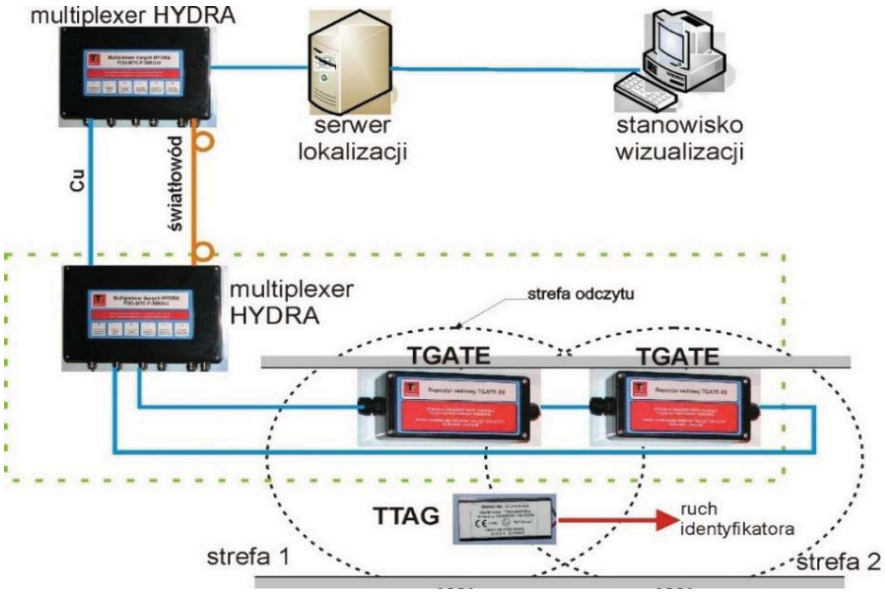
Bramki instalowane na podszybiach informują dyspozytora o liczbie górników pracujących na zmianie roboczej na danym poziomie. Podstawowymi punktami na podszybiach, w których należy instalować bramki, są z reguły krótkie odcinki drogi przejścia pomiędzy wrotami szybowymi, a pierwszym rozwidleniem wyrobiska na poziomie. Umieszczenie bramek w tych miejscach umożliwi szybką kontrolę stanu całej załogi znajdującej się na każdym poziomie eksploatacyjnym kopalni.

7.4.3. Przodki eksploatacyjne

Z uwagi na duże zagrożenia w określonych miejscach pracy identyfikacja strefowa w każdej kopalni powinna obejmować górników pracujących w wyrobiskach przodkowych wentylowanych lutniociągami. W tego typu wyrobiskach zazwyczaj nie przebywa więcej niż 20 osób, a maksymalne ich długości nie przekraczają kilku km. Dla zwiększenia dokładności identyfikacji, przy długich wybiegach tych wyrobisk może okazać się konieczne zainstalowanie (oprócz bramki stałej), także drugiej tzw. „ruchomej bramki", która będzie przebudowywana w miarę postępu czoła przodka.

7.5. System lokalizacji strefowej ARGUS

Przykładem iskrobezpiecznego systemu lokalizacji strefowej jest ARGUS opracowany przez firmę TRANZ-TEL i zainstalowany w KWK Pniówek (rys. 7.13).



Rys. 7.13. Ogólny schemat blokowy systemu identyfikacji ARGUS

Budowę systemu w kopalni rozpoczęto w 2011 roku. W 6980 lampach osobistych (jakie w tym okresie były na wyposażeniu lampowni) zainstalowano identyfikatory TTAG (rys. 7.14 a), 268 lamp (rys. 7.14 h) posiadało możliwość odbierania wiadomości tekstowych. Przygotowano również 1000 identyfikatorów bateryjnych TTAG-B dla jednostek transportowych. Wybrane dane techniczne identyfikatora TTAG przedstawiono w tabeli 7.1.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

Wybrane dane techniczne identyfikatora TTAG montowanego w lampie osobistej

Tabela 7.1.

Lp.	Symbol	Parametr	Wielkość	Jednostka
Zasilanie				
1	P_n	Średnia moc pobierana	1	mW
2	U_n	Napięcie pracy	3 – 5	V
3	I_n	Średni pobór prądu	200	µA
4	I_{min}/I_{max}	Standby/Nadawanie	10/12	µA/mA
Nadawanie				
5	F_{av}	Częstotliwość nośnej	868	MHz
6	F_{dev}	Dewiacja/Modulacja	90/FSK	kHz
7	P_{tx}	Moc nadajnika	6	dBm
8	T_{tx}/F_{tx}	Czas/częstotliwość nadawania	5/2	Ms/ Hz
Wymiary				
9	L/W/H	Długość/Szerokość/Wysokość	60/27/8	mm

Identyfikatory TTAG-B są wyposażone w niewymienny względnie wymienny[1] akumulator (rys. 7.14 b) o minimalnym czasie pracy bateryjnej 3 lata. W systemie logistyki materiałowej mocuje się je na stałe do kontenerów transportowych.

W pierwszym okresie funkcjonowania systemu ARGUS jako bramki identyfikacyjne stosowano tylko przewodowe transpondery TGATE, które protokołem RS485 łączone były z multiplekserami HYDRA. Ponieważ pojawiły się trudności w transmisji tak dużych ilości danych do centrum dyspozytorskiego, podjęto decyzję o budowie w kopalni sieci światłowodowej.

Obecnie przewodowe transpondery radiowe TGATE2 (rys. 7.14 g) stosowane są tylko w stałych punktach systemu identyfikacji strefowej (np. lampownia, nadszybia i podszybia). Pracują w ciągłym nasłuchu na częstotliwości 868 MHz. Wymagają zasilania DC 8-20 V (pobór prądu około 20 mA). Mogą być również wykorzystywane jako regeneratory sygnałów RS485. Posiadają układy sygnalizacji optycznej (TGATE2-8Lx) i/lub akustycznej (TGATE2-8LG).

System bezpieczeństwa ARGUS uzyskał dopuszczenie Prezesa WUG. Urządzenia teletransmisyjne systemu umożliwiają transmisję danych kablami światłowodowymi lub miedzianymi oraz z wykorzystaniem fal radiowych. Dzięki zastosowaniu modemu radiowego TRM-VHF istniała również możliwość przesyłania danych za pośrednictwem kabla promieniującego systemu MCA-1000. Wszystkie urządzenia posiadają standardowy interfejs, co stwarza możliwość współpracy z uniwersalnym multiplekserem systemu teletransmisyjnego

[1] Taki identyfikator składa się z dwóch części: modułu radiowego i baterii

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

ST-HYDRA. Wizualizację realizował komputerowy system nadzoru dyspozytorskiego Monsteer-D.

ST-HYDRA jest multiplekserem danych o wielu różnorodnych portach wejściowych i zastosowaniach. Stanowi on zasadniczy element systemu identyfikacji personelu i urządzeń ARGUS. Może on realizować między innymi następujące funkcje:

- konwertera transmisji szeregowej z separacją galwaniczną różnych mediów (RS485, modem V.32, światłowód wielomodowy, jednomodowy, modem radiowy),
- repeatera/separatora magistrali RS485,
- akwizycji danych wejściowych: wejścia dwustanowe, analogowe 0,4÷2 V, 4÷20 mA,
- sterowania urządzeń poprzez wyjścia przekaźnikowe.

Aktualnie bramki systemu ARGUS zawierają:

- centralę Multigate (zwaną także sterownikiem Multigate, względnie bramką Multigate); centrala posiada osiem portów dla sond Multigate, jest zasilana napięciem stałym 8÷16 V (pobór mocy około 1,7 W),
- czytniki (zwane przez producenta sondami Multigate lub aktywnymi antenami), które mogą być przyłączone do centrali Multigate kablem o długości do 100 m.

Na rysunku 7.14 pokazano zasadnicze elementy systemu ARGUS, takie jak: identyfikatory TTAG oraz TTAG-B z baterią przystosowany do mocowania do kontenerów transportowych, centralę Multigate i sondę (czytnik) Multigate (oznaczenie Cz na rys. 7.15) z kablem łączącym ją z centralą Multigate, multiplekser HYDRA i transparent.

a)

TRANZ-TEL 43-210 Kobiór
Identyfikator TTAG-868FSK/L
Nr seryjny: XXXXXXX / rok XXXX
CE 1026 Ex IM1 Ex ia I
OBAC 06 ATEX XXXU
Ui=5.2 V Ci=100uF

b)

c)

d)

Open Access (CC BY-NC 4.0)

e)

f)

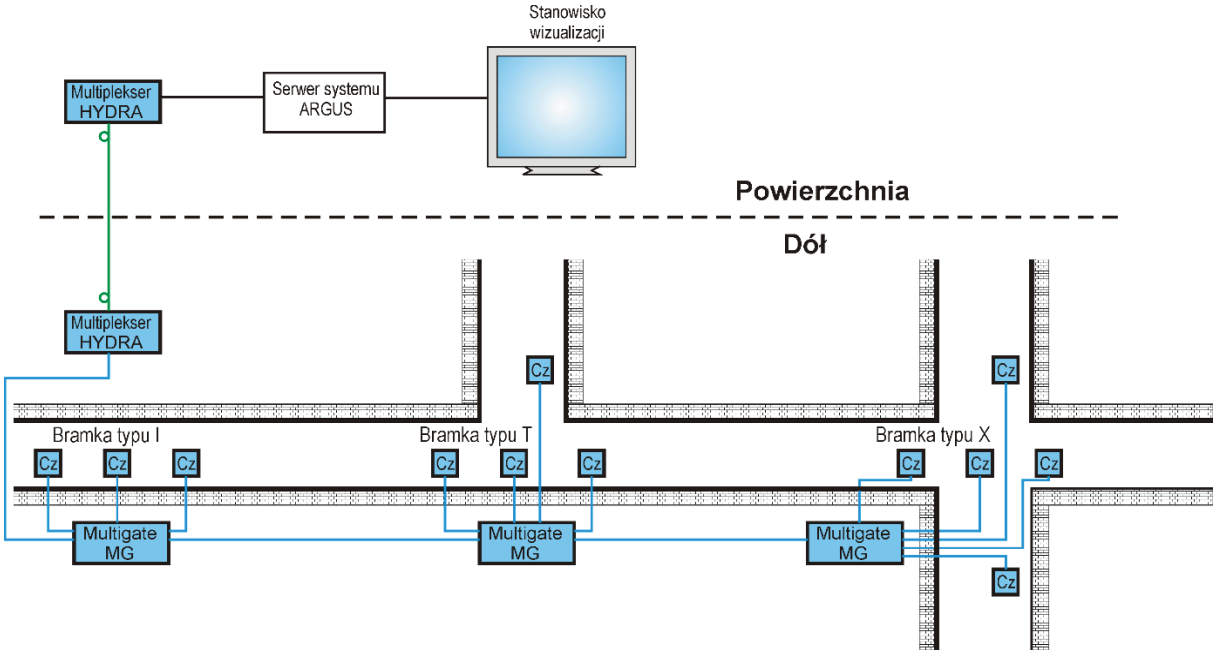
g)

h)

Rys. 7.14. Elementy systemu ARGUS: a) identyfikator TTAG do montażu w pokrywie akumulatora lampy nahełmnej, b) identyfikator TTAG-B z wymienną baterią przystosowany do mocowania do kontenerów transportowych, c) centrala Multigate, d) sonda Multigate wraz z kable zasilającym, e) multiplekser HYDRA, f) transparent, g) transponder radiowy TGATE2, h) lampa osobista z możliwością odbierania wiadomości tekstowych i przyciskiem alarmowym

Liczba sond Multigate podłączonych do centrali zależy od konfiguracji bramki (rys. 7.15):

– dla bramki typu I (rozdzielającej wyrobisko na dwie strefy) przewiduje się trzy czytniki,
– dla bramki typu T (skrzyżowanie z jednostronne) przewiduje się cztery czytniki,
– dla bramki typu X (skrzyżowanie z dwoma wyrobiskami) przewiduje się pięć czytników.



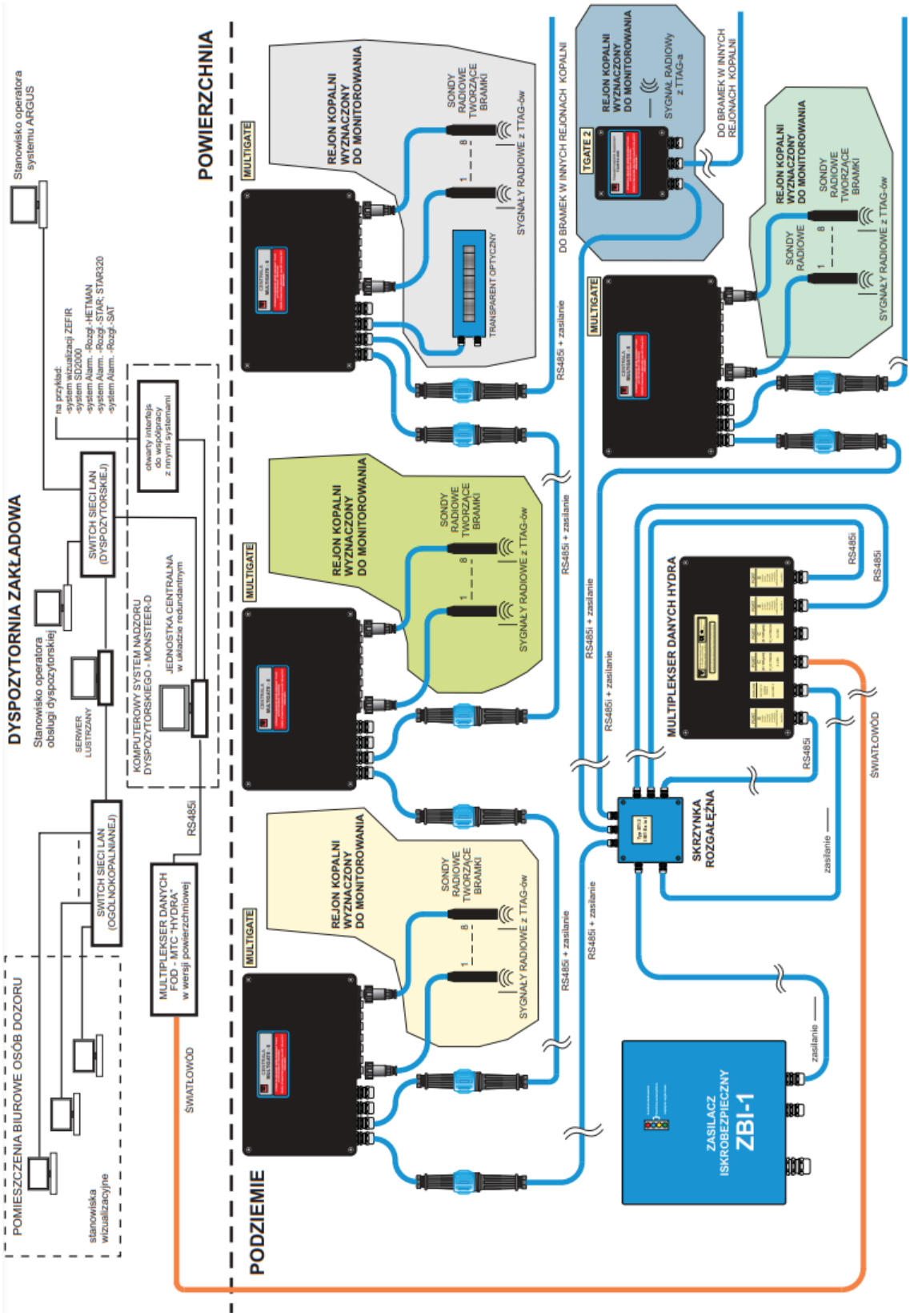
Rys. 7.15. Schemat blokowy systemu ARGUS oraz konfiguracje podstawowych rodzajów bramek

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

Sondy Multigate są przyłączone łączami RS485 do centrali Multigate. Poszczególne sterowniki Multigate są przyłączone linią magistralną (RS485) do dołowego multipleksera HYDRA. Dołowy multiplekser HYDRA jest połączony z powierzchniowym multiplekserem HYDRA łączem światłowodowym, łączem RS485 lub łączem modemowym. Bramka może być wyposażona w transparenty (rys. 7.14 f) sygnalizujące np. napisem „ZAKAZ WEJŚCIA" w przypadku, gdy strefie szczególnego zagrożenia znajduje się dopuszczalna liczba osób.

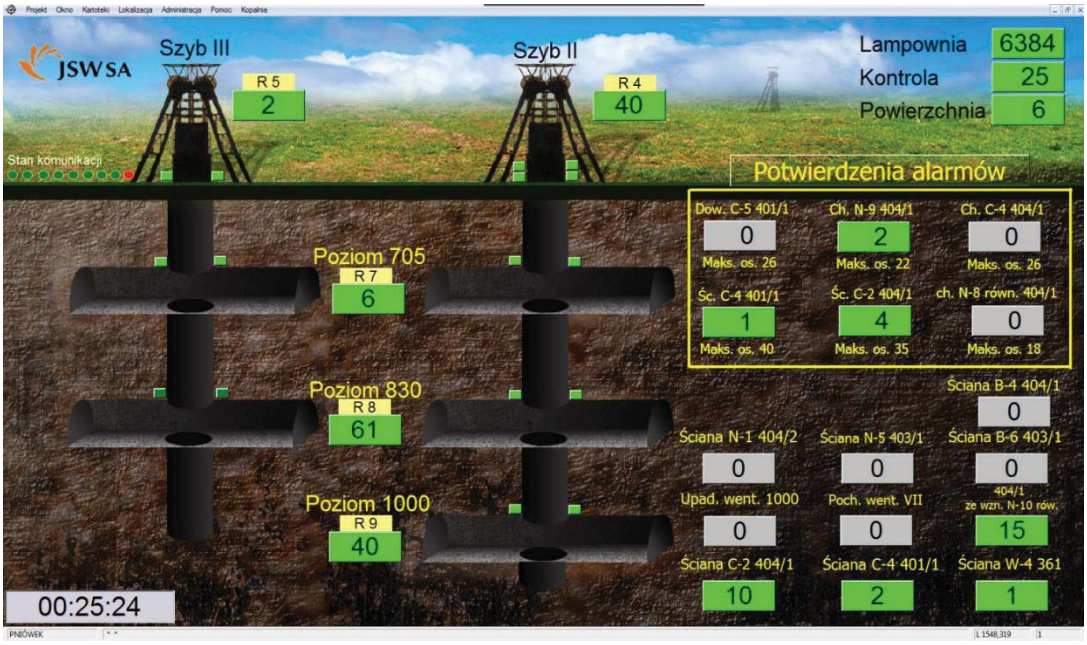
Przykładową strukturę systemu ARGUS w kopalni przedstawiono na rysunku 7.16. Na rysunku tym trzy centrale Multigate połączone są szeregowo i poprzez skrzynkę rozgałęźną zasilane są z jednego zasilacza iskrobezpiecznego ZBI-1. Czwarta centrala Multigate oraz przewodowy transponder radiowy TGATE zasilane są oddzielnymi kablami zasilająco transmisyjnymi (iskrobezpieczny RS485i + zasilanie). Do wszystkich central Multigate podłączone są sondy radiowe tworząc określonego rodzaju bramki (rys. 7.15) w kontrolowanych rejonach kopalni. Następnie poprzez dołowy multiplekser danych HYDRA kablem światłowodowym sygnały z bramek doprowadzone są na powierzchnię do jednostki centralnej systemu nadzoru dyspozytorskiego MONSTEER-D, i dalej do dyspozytora i stanowiska operatora systemu ARGUS. Wykorzystując serwer lustrzany informacje z systemu ARGUS przekazane są do uprawnionych stanowisk ogólnokopalnianej sieci komputerowej.

Open Access (CC BY-NC 4.0)



Rys. 7.16. Przykład ogólnej struktury systemu ARGUS w kopalni

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4



Rys. 7.17. Widok głównego okna programu ARGUS

Na rysunku 7.17 pokazano widok głównego okna programu ARGUS. Dyspozytor ma podgląd na liczbę ludzi w poszczególnych rejonach kopalni, w których zainstalowane są bramki systemu z podkreśleniem rejonów, w których występują szczególne zagrożenia (w żółtej ramce). Zbliżanie się liczby ludzi w strefie szczególnego zagrożenia do maksymalnej dopuszczalnej liczby sygnalizowane jest poprzez zmianę koloru tła ikony odpowiadającej temu rejonowi z zielonego na żółty, zaś przekroczenie tej liczby wyzwala sygnał dźwiękowy oraz powoduje zabarwienie tła ikony na kolor czerwony. Kolor szary brak ludzi w strefie.

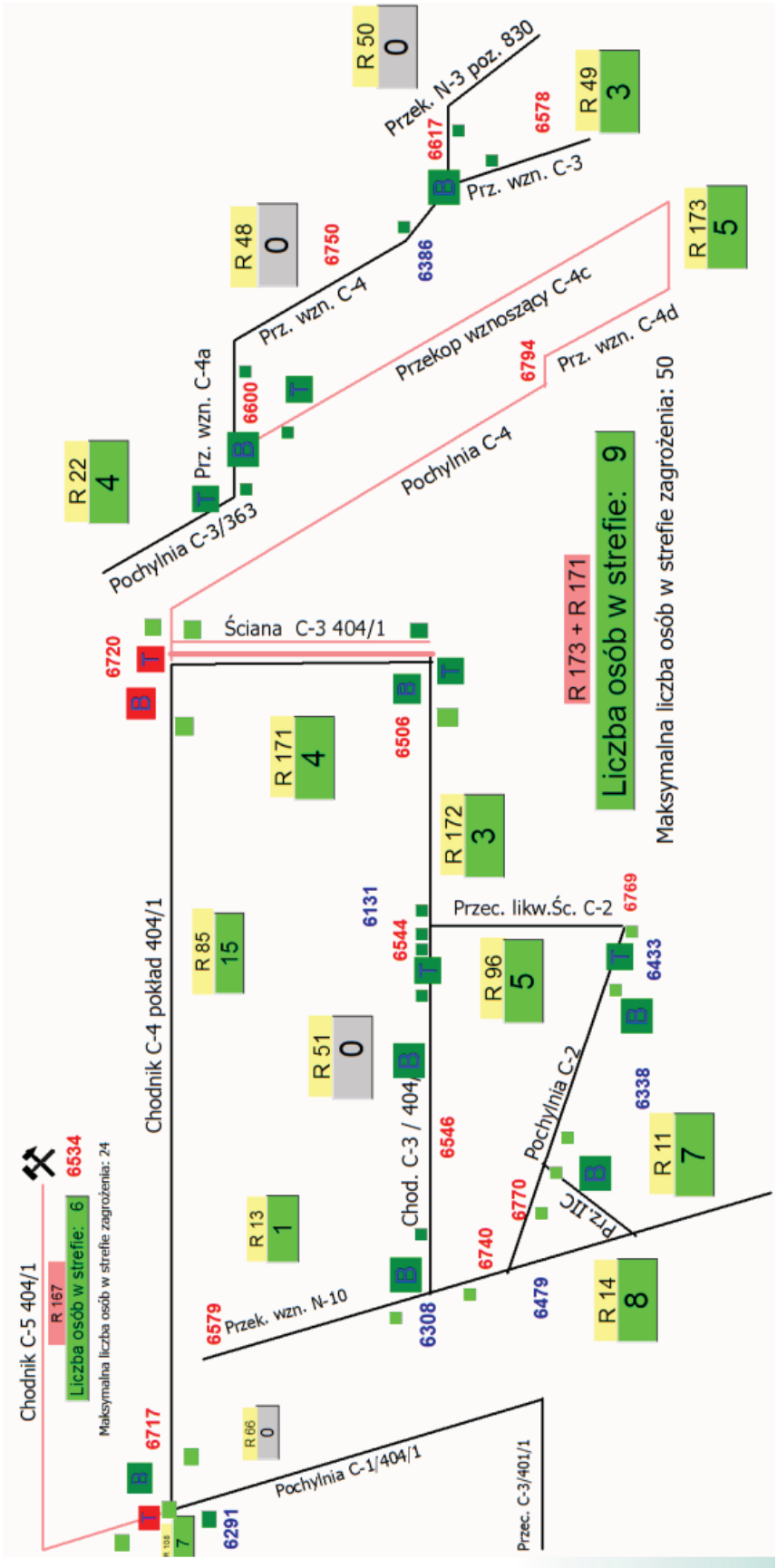
Na rysunku 7.18 pokazano przykład ekranu wizualizacji systemu identyfikacji personelu i sprzętu typu ARGUS dla wybranego rejonu kopalni. Symbolem B oznaczono bramki Multigate, symbolem T oznaczono transparenty. Symbole B i T na zielonym tle oznaczają komunikację tych urządzeń z serwerem. Symbole B i T na czerwonym tle oznaczają brak komunikacji z serwerem. Symbole R oznaczają numery stref wraz liczbą osób obecnych w strefie. Czterocyfrowe czerwone liczby (np. 6717) to nr telefonów w pobliżu bramki. Małe zielone kwadraciki w pobliżu bramki B to liczba czytników przyłączonych do tej bramki.

Obecnie na dwóch poziomach eksploatacyjnych (850 i 1030) czynnych jest około 100 bramek przeznaczonych dla lokalizacji strefowej. W lampach zainstalowanych jest około 5000 identyfikatorów. System rejestruje liczby osób przebywających w poszczególnych strefach.

Istniejąca infrastruktura systemu ARGUS w KWK Pniówek została również wykorzystana do uruchomienia systemu logistyki materiałowej (o firmowej nazwie KAJTO). W systemie KAJTO eksploatowanych jest obecnie około 2500 identyfikatorów bateryjnych zamontowanych do wozów i kontenerów transportowych. System KAJTO umożliwia między innymi:

- prowadzenie ewidencji i lokalizację jednostek transportowych,
- lokalizacje materiału z uwzględnieniem jego rodzaju,
- wskazanie docelowej stacji rozładunkowej,
- wskazanie właściciela transportowanego materiału,
- analizę historii transportów.

Open Access (CC BY-NC 4.0)



Rys. 7.18. Przykład rozmieszczenia elementów systemu ARGUS w rejonie ściany

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

7.6. Przykłady systemów lokalizacji dokładnej RTLS dla górnictwa

Jak już wspomniano w 2018 roku w Ruchu Zofiówka nastąpiło tąpnięcie, w wyniku którego zginęło pięciu górników, a zastępy ratownicze miały duże trudności w odnalezieniu poszkodowanych. Fakt ten skłonił Zarząd JSW S.A. do działań mających na celu uruchomienie systemów RTLS w szczególnie zagrożonych rejonach kopalń. Zdawano sobie sprawę, że w przypadku katastrofy na dole każdy system telekomunikacyjny pracujący w tym rejonie zostanie uszkodzony. System lokalizacji RTLS da jednak informację o rozmieszczeniu osób w sekundach przed samą katastrofą, co ułatwi szybsze dotarcie do poszkodowanych i ich odnalezienie. W kopalniach JSW S.A. przeprowadzono więc testy czterech systemów lokalizacji. Każdy z systemów realizował:

- **lokalizację strefową** w lampowni, nadszybiu, podszybiu i na dworcu osobowym,
- **lokalizację dokładną** w rejonie ściany eksploatacyjnej obejmującą chodnik podścianowy, ścianę oraz chodnik nadścianowy.

Testy dotyczyły następujących systemów:

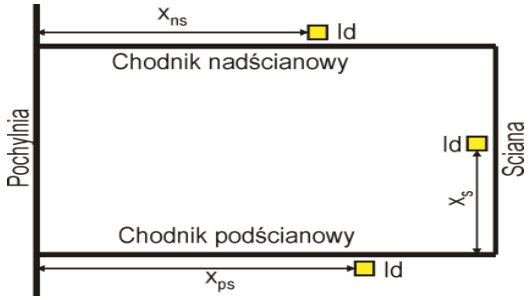
- EMLOK-16 firmy ELEKTROMETAL,
- PORTAS firmy EMAG/SEVITEL,
- ISI firmy ZAM Servis,
- ATUT-Location firmy ATUT.

Każdy z tych systemów został zainstalowany w innej kopalni JSW S.A. na stanowiskach stałych (lampownia, nadszybie, podszybie, dworzec osobowy) i w wybranych rejonach ścian tych kopalń o podobnych parametrach. Elementy dołowe tych systemów są iskrobezpieczne z oznakowaniem I M1 Ex ia I Ma, a przyłącza światłowodowe mają oznakowanie op is i mogą być stosowane w kopalniach metanowych.

W chodnikach przyścianowych, a także w ścianie zainstalowano czytniki w odległościach (określonych przez firmy biorące udział w testach) wynikających z właściwości tych systemów. Systemy RTLS obliczają lokalizację identyfikatora w stosunku do czytników. Natomiast dla użytkownika istotne jest (w miarę najdokładniejsze) określenie położenia identyfikatora w wyrobisku względem przyjętego punktu odniesienia np.:

- w ścianie odległość od chodnika podścianowego x_s,
- w chodniku podścianowym odległość od skrzyżowania z pochylnią x_{ps},
- w chodniku nadścianowym odległość od skrzyżowania z pochylnią x_{ns}.

Na rysunku 7.19 pokazano przykład układu współrzędnych dla potrzeb lokalizacji w rejonie ściany.



Rys. 7.19. Współrzędne dla potrzeb lokalizacji identyfikatorów w rejonie ściany

Open Access (CC BY-NC 4.0)

Dla poprawnego obliczenia współrzędnych identyfikatora niezbędne jest wprowadzenie współrzędnych wszystkich czytników do bazy danych systemu lokalizacji. W miarę postępu ściany należy modyfikować konfigurację systemu lokalizacji RTLS. Przy eksploatacji od granic następuje skracanie chodników przyścianowych, co powoduje konieczność likwidacji najdalszych czytników i usuwania ich z bazy danych systemu lokalizacji RTLS. W oprogramowaniu dla wizualizacji lokalizacji identyfikatorów niezbędne jest przeliczenie współrzędnych lokalizacji na współrzędne mapy wyrobisk rejonu ściany.

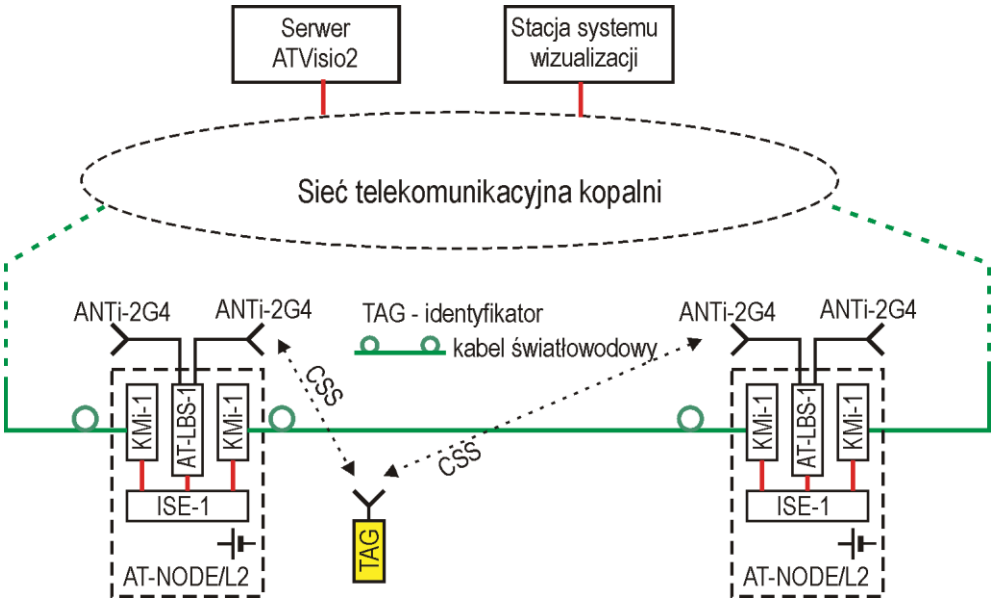
7.6.1. System ATUT-Location

System ATUT-Location firmy ATUT realizuje lokalizację dokładną metodą TDOA w zakresie częstotliwości 2,4 GHz. System ten składa się z następujących części:

- dołowej zawierającej: węzły AT-NODE/(L2 – L9) połączone siecią światłowodową, identyfikatory AT-LTAG-1 w wersji z wyświetlaczem i/lub bez wyświetlacza, anten teletransmisyjnych (ANTi-2G4), czytników i zasilaczy iskrobezpiecznych,
- powierzchniowej zawierającej między innymi serwer ATVisio2 oraz stacje systemu wizualizacji w dyspozytorni.

Uproszczony schemat blokowy systemu lokalizacji RTLS typu ATUT-Location z zastosowaniem węzłów AT-NODE/L2 przedstawiono na rysunku 7.20. Węzeł AT-NODE może między innymi zawierać następujące moduły:

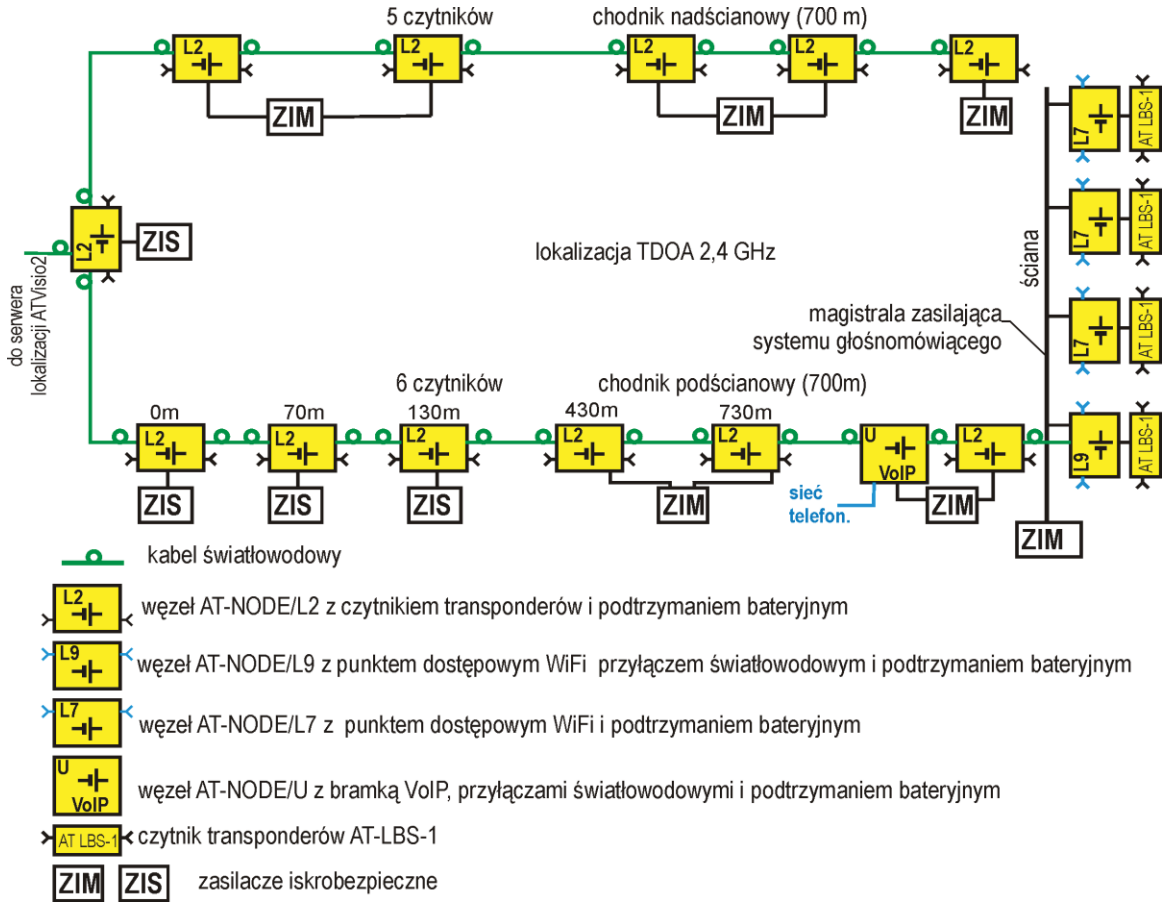
- KMi-1 – konwerter elektrooptyczny,
- AT-LBS-1 – moduł pełniący rolę dwóch czytników dla lokalizacji RTLS w pasmie 2,4 GHz,
- ISE-1 – iskrobezpieczny przełącznik (switch),
- ATX566 – akumulator iskrobezpieczny.



Rys. 7.20. Schemat blokowy systemu lokalizacji RTLS z zastosowaniem węzłów AT-NODE/L2

Schemat blokowy systemu lokalizacji RTLS typu ATUT-Location dla rejonu ściany zrealizowany dla potrzeb testów w jednej z kopalń JSW S.A. pokazano na rysunku 7.21.

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4



Rys. 7.21. Schemat blokowy systemu lokalizacji dokładnej ATUT-Location w rejonie ściany

W chodnikach przyścianowych dla połączenia węzłów AT-NODE zastosowano kable światłowodowe, a w ścianie dla transmisji danych z czytników zastosowano punkty dostępowe 802.11 wykorzystywane do łączności telefonicznej VoIP w ścianie. W pobliżu wylotu ściany do chodnika podścianowego zastosowano węzeł AT-NODE/U zawierający bramkę VoIP umożliwiającą połączenie terminali mobilnych VoIP z siecią łączności telefonicznej kopalni. W ścianie zrezygnowano z instalacji kabla światłowodowego i do transmisji danych między modułami AT-LBS-1 wykorzystano dodatkowo węzły AT-NODE/L9 z osobnymi antenami ANTi-2G4 pracujące jako punkty dostępowe 802.11 w pasmie 2,4 GHz.

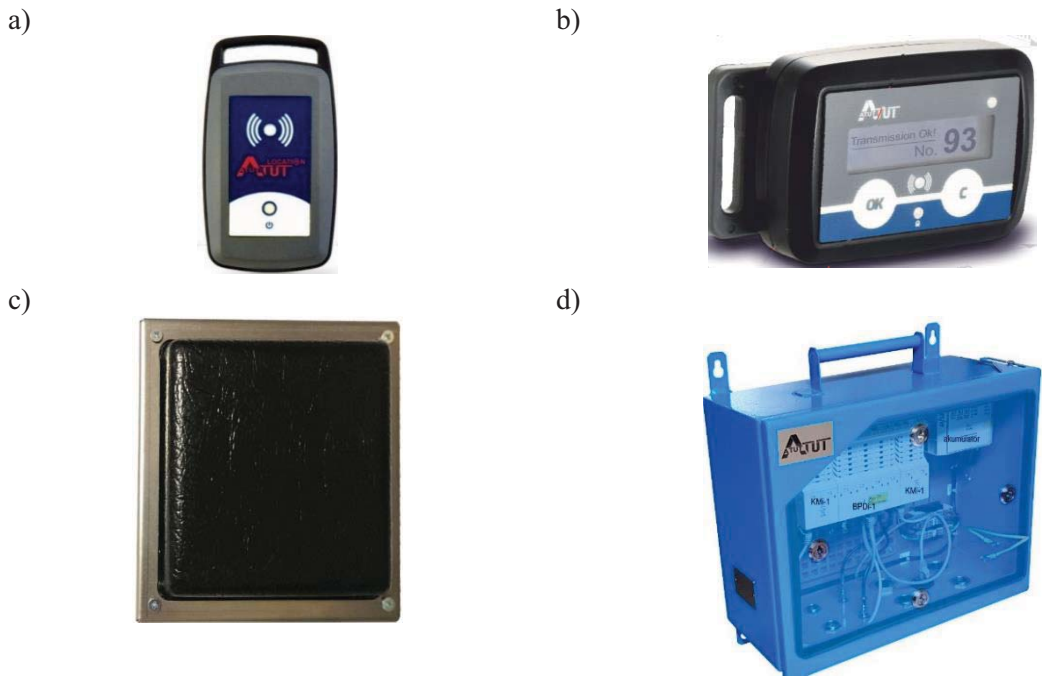
Węzły AT-NODE/L* (rys. 7.19, rys. 7.20) są zasilane z zasilaczy iskrobezpiecznych i zawierają wewnętrzną baterię akumulatorów. W instalacji kopalnianej zastosowano odległości między węzłami AT-NODE/L* wynoszące do 300 m.

Do modułu AT-LBS-1 są przyłączone dwie anteny panelowe typu ANTi- 2G4 o rozmiarach 12x12 cm i zysku energetycznym 8 dB. Komunikacja między czytnikami i identyfikatorami odbywa się z zastosowaniem modulacji CSS. Identyfikatory z wyświetlaczem AT-LTAG-1/LCD posiadają dodatkową funkcjonalność:

– wyświetlanie komunikatów tekstowych przesyłanych przez dyspozytora,
– nadawanie alarmu (do dyspozytora) przyciskiem,
– wykrywanie bezruchu przy zastosowaniu akcelerometru.

Na rysunku 7.22 pokazano wybrane elementy systemu lokalizacji ATUT-Location.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

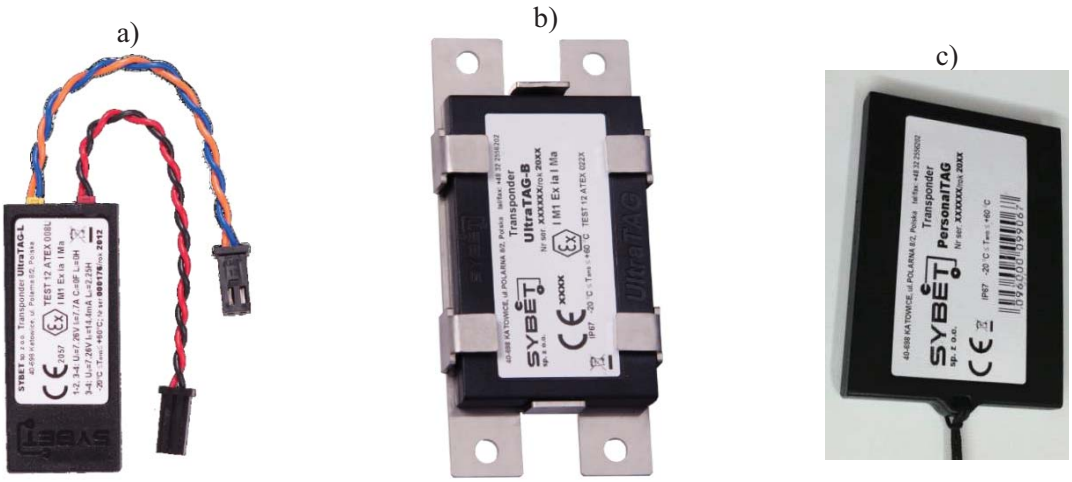


Rys. 7.22. Elementy systemu lokalizacji ATUT-Location: a) identyfikator AT-LTAG-1, b) identyfikator AT-LTAG-1/LCD, c) antena ANTi-2G4, d) węzeł AT-NODE/L7

7.6.2. System PORTAS

System lokalizacji PORTAS realizuje lokalizację strefową RFID (ludzi i materiałów) oraz lokalizację dokładną RTLS metodą pomiaru poziomu sygnału radiowego RSS w pasmie częstotliwości 868 MHz [PORTAS 2019]. Wykorzystuje następujące identyfikatory (rys. 7.23):

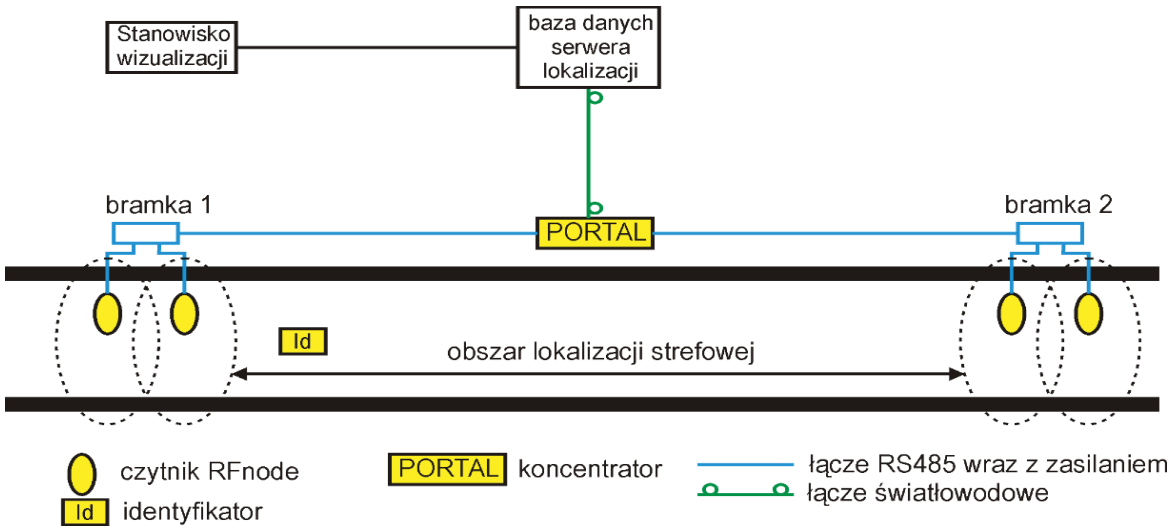
- UltraTAG-L przystosowany do montażu w obudowie akumulatora lampy nahełmnej,
- PersonalTAG z własnym źródłem zasilania i z uchwytem do przymocowania zawieszki,
- UltraTAG-B z własnym źródłem zasilania przystosowanym mocowania na kontenerze transportowym lub pojeździe.



Rys. 7.23. Widoki identyfikatorów systemu PORTAS: a) UltraTAG-L przystosowany do montażu w obudowie akumulatora lampy nahełmnej, b) UltraTAG-B przystosowany do mocowania na kontenerze transportowym lub pojeździe, c) PersonalTAG z własnym źródłem zasilania i uchwytem do przymocowania zawieszki

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

Na rysunku 7.24 pokazano ogólny schemat blokowy realizacji lokalizacji strefowej w systemie PORTAS.



Rys. 7.24. Schemat blokowy lokalizacji strefowej w systemie PORTAS

Dla lokalizacji strefowej wykorzystuje się czytniki RFnode (rys. 7.25) przyłączone przewodowo do koncentratora (centrali) PORTAL[1] (rys. 7.26). Koncentrator PORTAL posiada pięć portów RS485 wraz z zaciskami zasilającymi oraz przyłącze światłowodowe. Czytniki RFnode[2] są łączone z koncentratorem PORTAL dedykowanym kablem zawierającym dwie żyły 2,5 mm^2 do zasilania i 2x0,8 mm do transmisji danych.

Rys. 7.25. Widok czytnika RFnode

Rys. 7.26. Widok koncentratora PORTAL

Koncentrator PORTAL jest zasilany z zasilacza iskrobezpiecznego. Dane z koncentratora PORTAL są transmitowane do bazy danych w serwerze lokalizacji siecią światłowodową. Dla lokalizacji RTLS w systemie PORTAS stosuje się czytniki WireNode[3] (rys. 7.27) łączone

[1] Koncentrator nazywany jest często centralą PORTAL.
[2] Czytniki RFnode nazywane są również węzłami radiowymi bramki PORTAL.
[3] Czytnik WireNode jest często nazywany radiowym węzłem magistralowym.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

między sobą kablem w układzie łańcuchowym. Czytniki WireNode przyłączone do kabla magistralnego rozmieszcza się w wyrobisku w odległościach 20 – 40 m. Współrzędne miejsca instalacji czytników muszą być wprowadzone do bazy danych systemu RTLS.

a) b)

Rys. 7.27. Widok czytnika WireNode: a) z osłoną końcową, b) w układzie przelotowym

Dla przeprowadzenia testów lokalizację strefową uruchomiono w lampowni, na nadszybiu, na podszybiu i na kilku dworcach osobowych SO1-SO3, SO-30. W rejonie ściany (chodnik podścianowy, ściana, chodnik nadścianowy) uruchomiono lokalizację dokładną RTLS z tym, że cały rejon ściany potraktowano również jako jedną strefę. Wizualizacja lokalizacji strefowej udostępnia użytkownikowi między innymi następujące funkcje:

– wyświetlanie liczby identyfikatorów w strefie w czasie rzeczywistym (z sekundowym opóźnieniem),
– raport przemieszczania się identyfikatora po terenie kopalni.

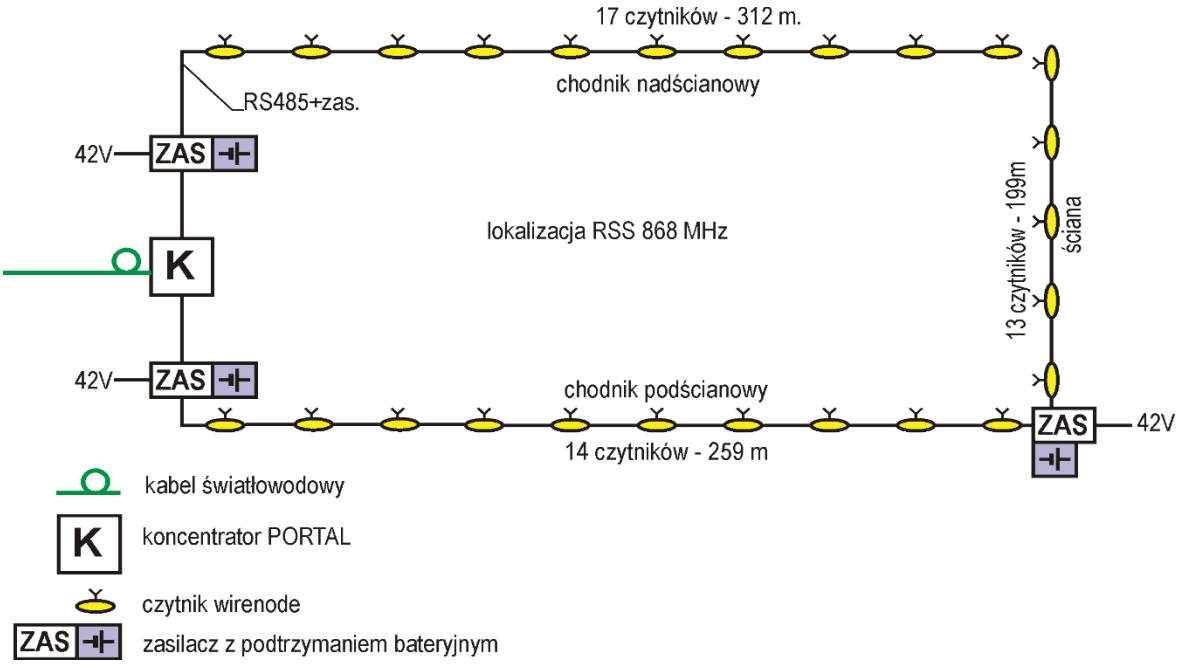
Przykład raportu lokalizacji strefowej wybranego identyfikatora w czasie testu na kopalni

Tabela 7.2.

Położenie	Wejście	Czas pobytu
Lampownia	2019-01-28 07:30:25	00:08:27
poza lampownią	2019-01-28 07:38:52	00:00:14
Nadszybie	2019-01-28 07:39:06	00:03:35
poza nadszybiem	2019-01-28 07:42:41	00:01:34
Podszybie	2019-01-28 07:44:15	00:03:26
poza podszybiem	2019-01-28 07:47:41	00:11:29
Dworzec SO1-SO3	2019-01-28 07:59:10	00:07:24
poza SO1-SO3	2019-01-28 08:06:34	00:05:08
Dworzec SO-30	2019-01-28 08:11:42	00:03:34
poza SO-30	2019-01-28 08:15:16	00:18:52
Ściana D-1	2019-01-28 08:34:08	01:15:01
poza ścianą	2019-01-28 09:49:09	00:22:06
Dworzec SO-30	2019-01-28 10:11:15	00:05:46
poza SO-30	2019-01-28 10:17:01	00:03:05
Podszybie	2019-01-28 10:20:06	00:06:03
poza podszybiem	2019-01-28 10:26:09	00:01:38
Nadszybie	2019-01-28 10:27:47	00:0210
poza nadszybiem	2019-01-28 10:29:57	00:03:26
Lampownia	2019-01-28 10:32:23	

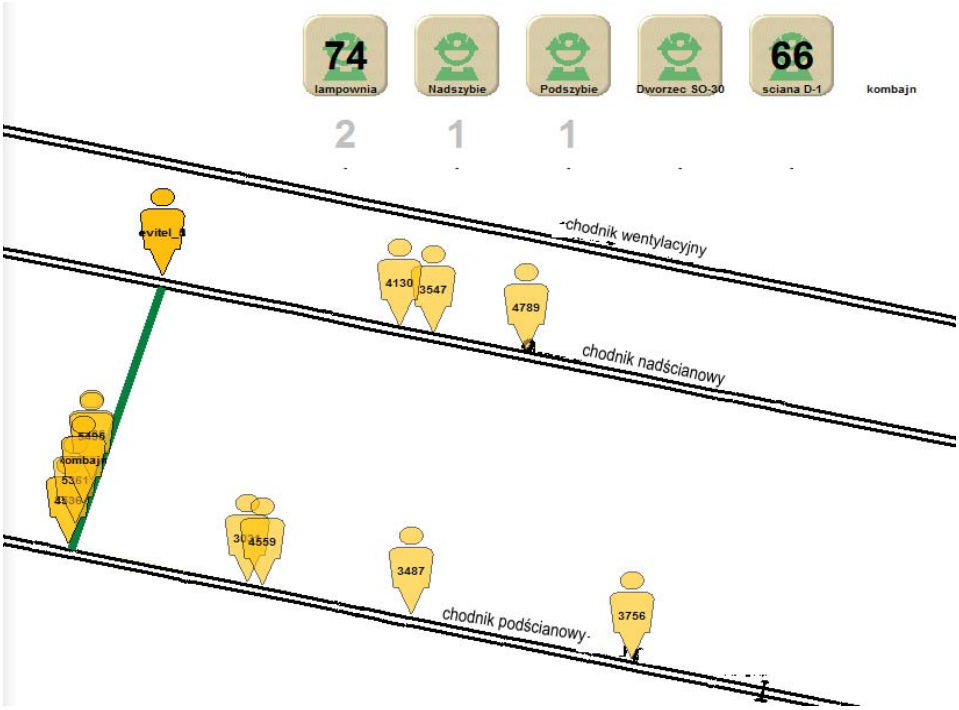
https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

W tabeli 7.2. pokazano przykład raportu przemieszczania się jednego wybranego identyfikatora w trakcie testów przeprowadzonych 28.01.2019 r. W raporcie wykazano czas przebywania identyfikatora w poszczególnych strefach oraz czas wejścia i przemieszczania się pomiędzy strefami. Na rysunku 7.28 przedstawiono przykład schematu instalacji systemu PORTAS realizującego identyfikację RTLS w wybranym dla testów rejonie ściany eksploatacyjnej.



Rys. 7.28. Schemat blokowy instalacji systemu PORTAS w rejonie ściany wydobywczej

System PORTAS umożliwia prezentowanie pozycji poszczególnych identyfikatorów na mapie rejonu, gdzie zrealizowano lokalizację RTLS.



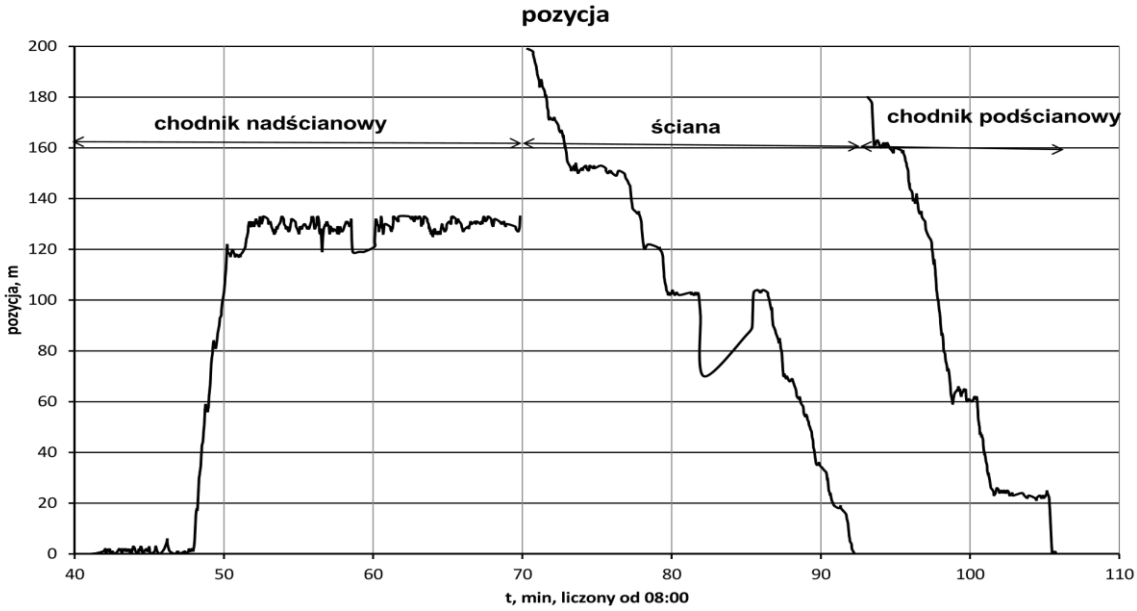
Rys. 7.29. Przykład prezentacji lokalizacji identyfikatorów w rejonie ściany

Open Access (CC BY-NC 4.0)

Na rysunku 7.29 pokazano przykład planszy systemu wizualizacji prezentującej pozycje poszczególnych identyfikatorów (górników) w rejonie ściany. W górnej części ekranu są pokazane ilości identyfikatorów w poszczególnych strefach lokalizacji strefowej.

System PORTAS potrafi wygenerować również historię ruchu poszczególnych identyfikatorów w zadanym przedziale czasu. Na rysunku 7.30 pokazano historię ruchu wybranego identyfikatora w czasie przejścia chodnikiem nadścianowym, ścianą oraz chodnikiem podścianowym pokazując współrzędne w układzie współrzędnych jak na rysunku 7.18.

Na rysunku 7.30 widoczne jest zaburzenie ruchu w ścianie w czasie od 9:22 do 9:25 (około punktu t=82 min) spowodowane chwilowym odłączeniem (dla testu) czytnika nr 26 umieszczonego w ścianie w odległości około 87 m od chodnika podścianowego. Punkty nieciągłości na wykresie czasowym wynikają z przyjętych układów odniesienia dla chodników przyścianowych i ściany wydobywczej.



Rys. 7.30. Wykres czasowy ruchu wybranego identyfikatora w rejonie ściany

7.6.3. System EMLOK-16

System typu EMLOK-16 firmy ELEKTROMETAL realizuje lokalizację RTLS w czasie rzeczywistym metodą TDOA w pasmie częstotliwości 2,4 GHz. Składa się on z następujących podstawowych urządzeń:

- identyfikatorów EMTAG instalowanych w lampach zasilanych z akumulatora tej lampy oraz identyfikatorów z autonomicznym zasilaniem,
- czytników identyfikatorów typu SID,
- koncentratorów, konwerterów TDS oraz serwerów portów szeregowych SPSG,
- zasilaczy sieciowych z wyjściem iskrobezpiecznym; np. ZIS-10.

Czytniki SID-16 wykonane są w dwóch wersjach przedstawionych na rysunku 7.31. Łączone są przewodowo magistralą systemową analogiczną, jaka jest stosowana w systemie łączności głośnomówiącej UGS-10. W sporadycznych przypadkach do połączenia czytników

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

SID-16 można wykorzystać modułowe radiowe iskrobezpieczne punkty dostępowe Wi-Fi (2,4 GHz, lub 5 GHz) np. typu MR-14/5G.

Czytnik SID-16 realizuje dwukierunkową łączność radiową z ruchomymi identyfikatorami EMTAG. Komunikacja między czytnikiem i identyfikatorami odbywa się z wykorzystaniem modulacji CSS. Dane z czytników są przesłane do serwera systemu identyfikacji i wizualizacji. Na ich podstawie możliwe jest określenie położenia identyfikatorów w czasie rzeczywistym.

a) b)

Rys. 7.31. Czytniki systemu identyfikacji EMLOK typu: a) SID-16, b) SID-16S

Równocześnie możliwe jest przesłanie informacji z urządzenia SID-16 do będących w jego zasięgu identyfikatorów, które umożliwiają odbiór informacji dyspozytorskich. Może to być np. krótka informacja tekstowa pokazywana na wyświetlaczu zainstalowanym na przewodzie łączącym akumulator ze źródłem światła lampy osobistej górnika (EMTAG 16W rys. 7.32 b).

Znamionowe napięcie zasilania urządzenia SID wynosi od 13 do 15 V. Pobór prądu nie przekracza 90 mA. Urządzenia mogą być wyposażone w wyświetlacz graficzny, autonomiczne źródło zasilania (czas pracy min. 8 h) typu 3ZZI-5/2 oraz gniazdo do przyłączenia zewnętrznej anteny radiowej [ELEKTROMETAL].

W systemie mogą być stosowane różne identyfikatory. Identyfikator EMTAG-16 (rys. 7.32 a) przeznaczony jest do umieszczenia w lampie górniczej. Wykorzystuje jej zasilanie i umożliwia wymianę danych z procesorem lampy poprzez dwukierunkowy szeregowy port transmisyjny. Wyposażony jest także w czujnik ruchu.

a) b) c)

Rys. 7.32. Identyfikatory typu EMTAG: a) EMTAG 16, b) EMTAG 16W, c) EMTAG-16B

Identyfikator EMTAG-16W (rys. 7.32 b) również jest zasilany z lampy górnika. Montowany jest na kablu łączącym głowicę lampy z akumulatorem. Umożliwia przesyłanie komunikatów tekstowych z systemu nadzorczego do wybranego użytkownika. Użytkownik powiadamiany jest o otrzymaniu wiadomości przez pulsowanie światła emitowanego przez

Open Access (CC BY-NC 4.0)

głowicę oraz za pomocą dodatkowych elementów sygnalizacyjnych (sygnalizator dźwiękowy oraz wibracyjny). Zabudowany przycisk umożliwia potwierdzenie odebranej wiadomości, która przedstawiana jest wyświetlaczu OLED. Identyfikatory są zasilane napięciem 3,1 - 5,0 V. Pobór prądu w czasie nadawania/odbioru nie przekracza 130 mA/80 mA. W tzw. „stanie uśpienia" pobór ten wynosi około 1 μA.

Identyfikator EMTAG 16B (rys. 7.32 c) jest zasilany z autonomicznego źródła zasilania. Wyposażony jest w przycisk, diodę świecącą, sygnalizator dźwiękowy i wibracyjny, a także czujnik ruchu. Umożliwia więc odbiór (oraz nadawanie) sygnałów porozumiewawczych i alarmowych. Wbudowany żółty przycisk umożliwia potwierdzanie otrzymanych sygnałów, a także realizację funkcji powiadamiania przez użytkownika o grożącym niebezpieczeństwie.

Urządzeniami teletransmisyjnymi (koncentratorami) są serwery portów szeregowych typu SPSG-16 oraz konwertery TDS-16 (rys. 7.33). Urządzenie SPSG-16 może być wyposażone w kilka modułów umożliwiających konwersję transmisji RS485 lub RS232 (np. w standardzie MODBUS RTU) na transmisję TCP dostępną przez port 100Base-TX (złącze RJ45) lub 100Base-FX (złącze SC). W przypadku wystąpienia przerw w zasilaniu sieciowym urządzenie może dalej pracować dzięki modułowi akumulatorowemu. W przypadku transmisji sygnałów Ethernetowych, do dyspozytorni liniami miedzianymi symetrycznymi z wykorzystaniem modemów DSL, względnie światłowodowymi, należy wykorzystać konwertery typu TDS-16 Ex. Posiadają one budowę iskrobezpieczną względnie bezpieczną optycznie (op is). Wymagają zasilania stałoprądowego (12 V, 0,3 A). Z uwagi na zapewnienie elastyczności różnych rodzajów połączeń osłona konwertera została wyposażona w zestaw wpustów ognioszczelnych.

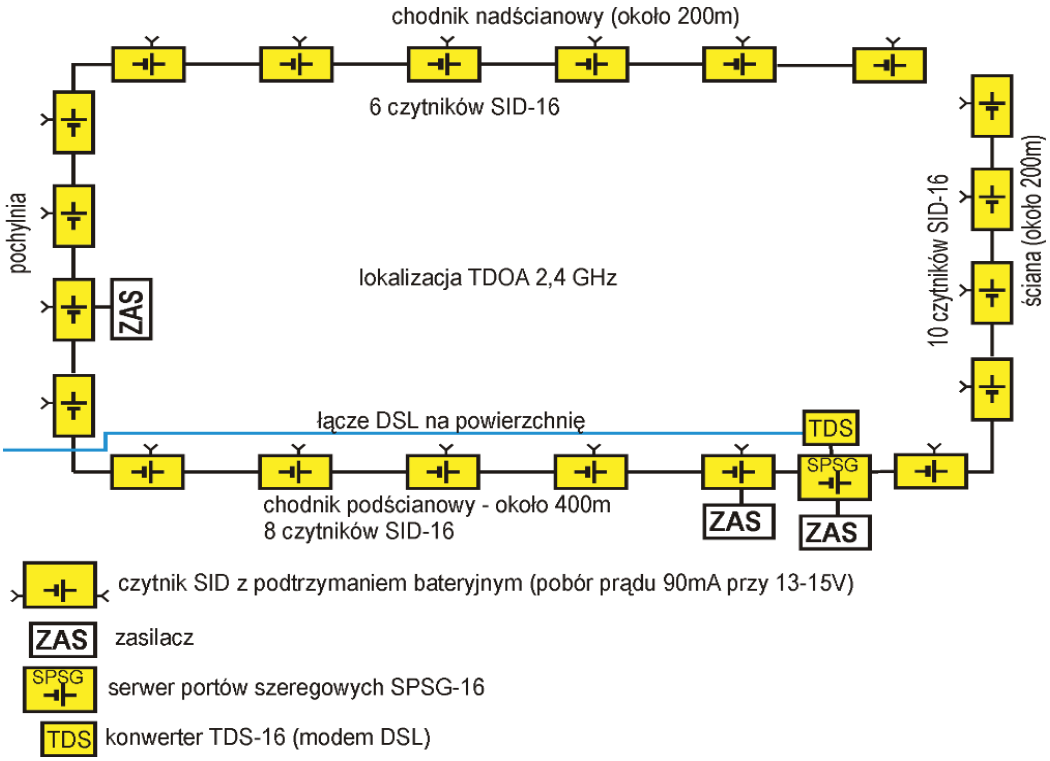
a) b)

Rys. 7.33. Urządzenia teletransmisyjne: a) serwer portów szeregowych SPSG-16, b) konwerter typu TDS-16

Na rysunku 7.34 przedstawiono przykład schematu blokowego instalacji systemu EMLOK realizującego identyfikację RTLS w wybranym dla testów rejonie ściany eksploatacyjnej jednej z kopalń JSW S.A. Sygnały z poszczególnych czytników SID-16 są przekazywane magistralą RS485 do serwera portów szeregowych SPSG-16 i dalej poprzez modem DSL (TDS-16) symetrycznymi telekomunikacyjnymi kablami górniczymi typu TKG do serwera systemu EMLOK w dyspozytorni.

Stacje robocze systemu EMLOK-16 na powierzchni udostępniają użytkownikowi dane zgromadzone w serwerze w postaci prezentacji na ekranie czy też w postaci przygotowanych raportów.

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4



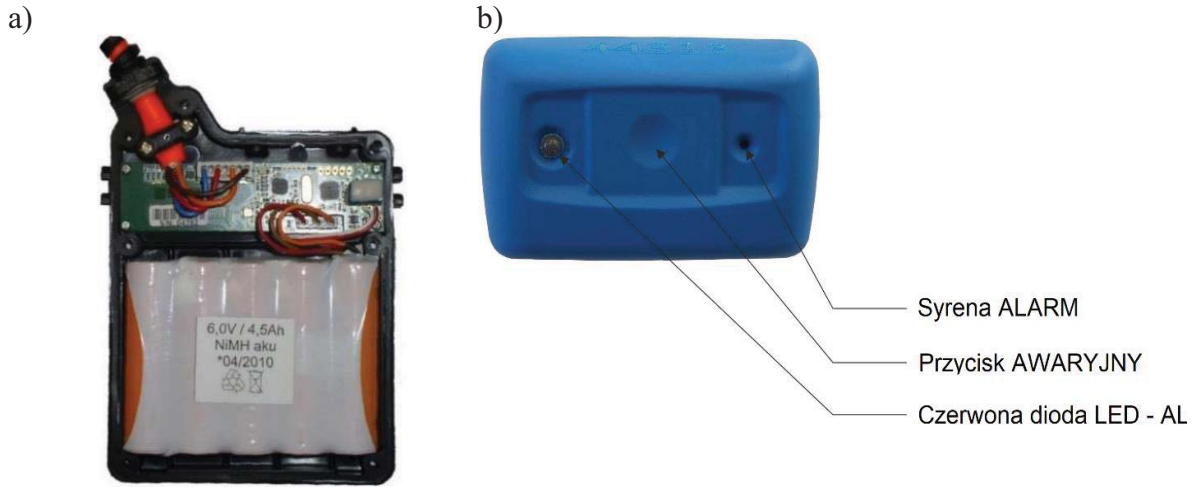
Rys. 7.34. Schemat blokowy instalacji systemu EMLOK-16 w rejonie ściany ekploatacyjnej

7.6.4. System ISI

System lokalizacji RTLS typu ISI firmy ZAM Servis s.r.o. realizuje lokalizację dokładną metodą RSS w pasmie częstotliwości 868 MHz. System ISI wykorzystuje identyfikatory typu:

– TAG-ZAM-01 (rys. 7.35 a) zabudowane w obudowie akumulatora lampy nahełmnej,

– TAG-ZAM-08 (rys. 7.35 b) z własnym zasilaniem.



Rys. 7.35. Identyfikatory stosowane w systemie ISI; umieszczony w akumulatorze lampy nahełmnej typu TAG-ZAM-01 (a), z własnym zasilaniem bateryjnym typu TAG-ZAM-08 (b)

Podstawowym elementem systemu ISI jest dedykowany kabel RFK-01 fabrykacyjnej długości 200 m, w którym co 40 m są zabudowane czytniki identyfikatorów.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

a) b)

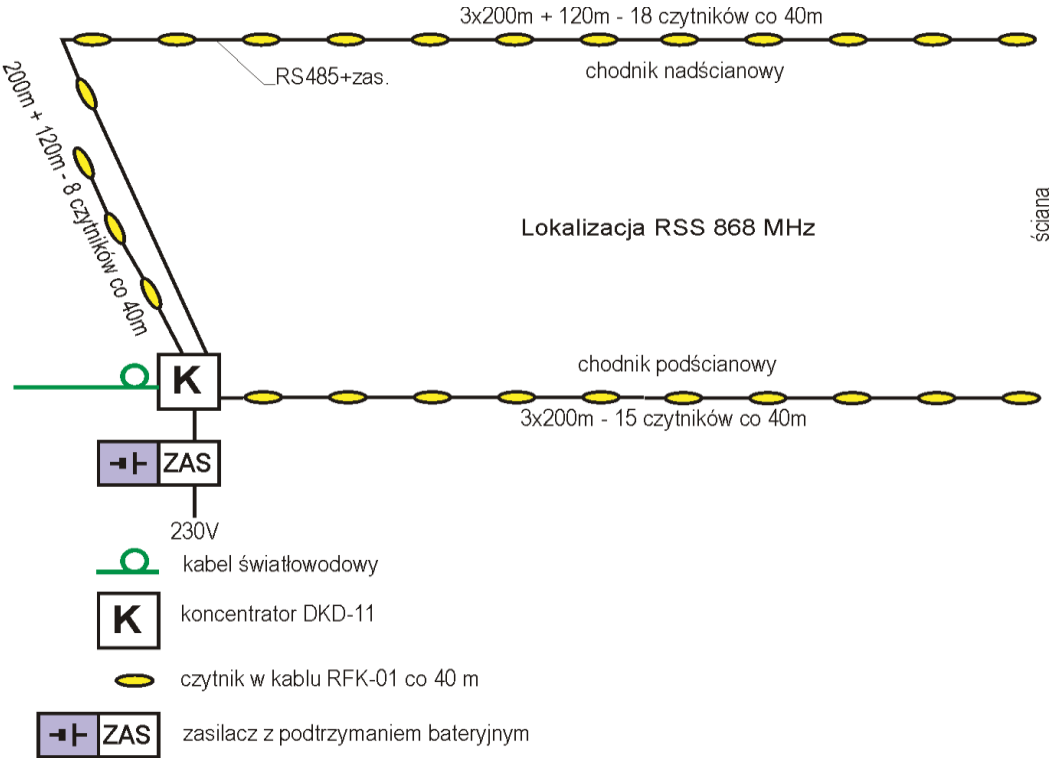
Rys. 7.36. Odcinek fabrykacyjny dedykowanego kabla telekomunikacyjnego RFK-01 (a), z czytnikami identyfikatorów (b)

Na rysunku 7.36 pokazano widok fabrykacyjnego odcinka kabla RFK-01 wraz z zainstalowanymi czytnikami. Kabel RFK-01 jest przyłączony do koncentratora danych DKD-11 (rys. 7.37). Koncentrator DKD-11 wyposażony jest w cztery przyłącza RS485 i jest zasilany z zasilacza iskrobezpiecznego SME-02 z podtrzymaniem bateryjnym. Do jednego przyłącza RS485 można przyłączyć trzy odcinki kabla RFK-01 połączone łańcuchowo. Kablem RFK-01 zasilane są wszystkie czytniki. Zapewnia on również transmisję danych z czytników do koncentratora łączami RS485 z retransmisją w każdym czytniku. Koncentrator DKD-11 jest połączony łączem światłowodowym z serwerem lokalizacji. Serwer lokalizacji na podstawie informacji odebranych z koncentratorów DKD-11 oblicza pozycje poszczególnych identyfikatorów i udostępnia dane dla stanowisk wizualizacji.

Rys. 7.37. Widok koncentratora DKD-11

Na rysunku 7.38 pokazano przykład instalacji systemu typu ISI firmy ZAM Servis w rejonie ściany eksploatacyjnej dla potrzeb testów funkcjonowania systemu lokalizacji RTLS w kopalniach JSW S.A.

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4



Rys. 7.38. Schemat blokowy systemu lokalizacji typu ISI w rejonie ściany

7.6.5. Wnioski z badań systemów RTLS w kopalniach JSW S.A.

W kopalniach JSW S.A. testowano dwa sposoby funkcjonowania systemów RTLS:

- pomiar poziomu sygnału radiowego (RSSI) w pasmie 868 MHz,
- pomiar różnicy czasu przelotu fali radiowej (TDOA) w pasmie 2,4 GHz.

Lokalizacja RTLS na powierzchni powinna być realizowana w przestrzeni dwuwymiarowej. Należy zauważyć, że z uwagi na kształt podziemnych wyrobisk korytarzowych trilateracja dla potrzeb dokładnego określenia miejsca położenia identyfikatora jest możliwa tylko w przestrzeni jednowymiarowej. Niezbędny staje się więc pomiar (siły lub czasu przelotu) sygnału radiowego z danego identyfikatora przynajmniej z trzech czytników zlokalizowanych w jednej linii w wyrobisku korytarzowym. Jednowymiarowa lokalizacja RTLS ma znaczący wpływ na dokładność lokalizacji identyfikatora w wyrobisku, a także na rozmieszczenie i odległość poziomą pomiędzy kolejnymi czytnikami w chodniku.

Ponieważ fale elektromagnetyczne z zakresu 868 MHz (pasmo ISM) charakteryzują się lepszą propagacją w wyrobiskach dołowych w stosunku do zakresu 2,4 GHz i urządzenia wykorzystujące ten zakres fal cechuje znacznie mniejszy pobór mocy w stosunku do urządzeń wykorzystujących zakres 2,4 GHz, to w przypadku zasilania akumulatorowego urządzeń radiokomunikacyjnych, częstych wyłączeń energii elektrycznej w wyrobiskach kopalń metanowych, może to mieć pewne znaczenie.

Przy wyborze systemu identyfikacji należy dążyć do określenia statycznej dokładności lokalizacji. W przypadku systemów RTLS jest to dokładność określona w metrach i można ją zdefiniować jako wartość skuteczną odchylenia obliczonej lokalizacji identyfikatora od

Open Access (CC BY-NC 4.0)

rzeczywistej pozycji identyfikatora. W systemach RTLS każdy odczyt (przy nieruchomym identyfikatorze) daje nieco inną pozycję.

Należy także zwrócić uwagę na właściwości dynamiczne systemu lokalizacji. Przez właściwości dynamiczne systemu RTLS należy rozumieć opóźnienie pomiędzy zmianą położenia identyfikatora a określeniem jego nowej pozycji. W przypadku lokalizacji strefowej istotne jest opóźnienie pomiędzy przekroczeniem granicy stref o uzyskaniem informacji o pojawieniu się identyfikatora w nowej strefie. Tego rodzaju opóźnienie powinno być zdefiniowane dla pojedynczego identyfikatora.

W przypadku systemów z lokalizacją strefową istotna jest dokładność określenia granicy między strefami. Wydaje się, że rozsądna dokładność systemu lokalizacji strefowej powinna być 3÷5 m.

Duże znaczenie ma także czas odczytu wielu identyfikatorów znajdujących się w strefie działania jednego czytnika. Należy określić, ile identyfikatorów i w jakim czasie czytnik ma odczytać. Tego rodzaju problem dotyczy czytników, w szczególności czytników umieszczonych w takich miejscach, jak podszybia szybów zjazdowych czy przypadków ucieczki załogi w sytuacji zagrożenia.

W systemach identyfikacji osób należy wykorzystywać nadajniki aktywne, które będą zintegrowane z lampą osobistą górnika i zamocowane w jej głowicy.

System teletransmisyjny z dołowych multiplekserów czy koncentratorów na powierzchnię powinien być oparty o technikę światłowodową.

7.7. Lokacja

Istotnym elementem niektórych akcji ratowniczych (np. w przypadku zawałów) jest lokacja zasypanych górników. Lokacja górników powinna być możliwa do przeprowadzenia niezależnie od stanu górnika (górnik może być nieprzytomny).

Propagację fal elektromagnetycznych przez górotwór na małe odległości (do kilkudziesięciu metrów) wykorzystują we wszystkich kopalniach radiowe systemy lokalizacji zasypanych górników zwane systemami **lokacji**. W istniejących metodach lokacji wykorzystuje się pole elektromagnetyczne. Lampa osobista każdego górnika wyposażona jest w nadajnik, który można traktować jako źródło pola magnetycznego. W kopalniach stosowane są systemy:

- GLON - skrót od słów: górniczy lokacyjny osobisty nadajnik (generator około 5kHz),
- LOK stosowany w kopalniach rud miedzi pracujący na częstotliwości około 250 kHz.

Górników wyposaża się w nadajniki lokacyjne (umieszczone w obudowie akumulatora lampy osobistej). W czasie akcji ratowniczej używa się odbiornika lokacyjnego. Używając odpowiednich procedur pomiarowych można stwierdzić czy w pobliżu anteny odbiornika jest zasypany górnik oraz można w przybliżeniu określić miejsce, w którym znajduje się nadajnik.

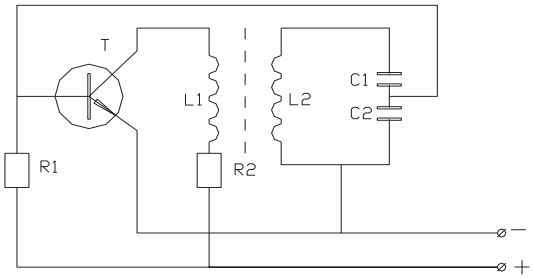
Od kilkudziesięciu lat w polskim górnictwie węglowym stosowanie nadajników lokacyjnych jest wymagane przez odpowiednie przepisy [PGG, 2023; RME, 2016]. Nadajnik lokacyjny powinien emitować sygnał przez co najmniej siedem dni bez ładowania akumulatora.

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

Dla spełnienia tego warunku lampy wyposażone są w układy wyłączające źródło światła lampy tak, by akumulator miał wystarczający ładunek do zapewnienia pracy nadajnika lokacyjnego przez ten okres.

Warto przypomnieć, że 23 marca 1971 roku w kopalni Rokitnica doszło do zawału ściany. Jeden z zasypanych górników (Alojzy Piontek) został uwolniony po siedmiu dniach akcji ratowniczej. Być może ten przypadek uratowania górnika był przyczyną wprowadzenia wymogu pracy nadajnika lokacyjnego przez siedem dni. W lutym 2006 roku wykorzystując systemy lokalizacji GLON/GLOP (górniczy lokacyjny odbiornik pomiarowy) uratowano górnika uwięzionego na skutek tąpnięcia w KWK Halemba po 111 godzinach.

Obecnie wykorzystuje się nadajniki lokacyjne GLON pracujące w zakresie częstotliwości 4100÷5840 Hz w ośmiu kanałach częstotliwościowych. Tak niska częstotliwość wynika z faktu, iż propagacja fal elektromagnetycznych przez górotwór jest skutecznie możliwa tylko dla bardzo niskich częstotliwości.



Rys. 7.39. Widok nadajnika lokacyjnego systemu GLON (przed hermetyzacją) oraz jego schemat ideowy

Wszyscy zjeżdżający na dół są zobowiązani do pobierania lampy osobistej. W każdej lampie jest zainstalowany generator GLON (rys. 7.39) zasilany z akumulatora lampy górnika. W czasie prowadzenia akcji ratowniczej zastęp ratowniczy wyposażony jest w odbiornik lokacyjny typu GLOP, który pozwala na pomiar odległości do nadajnika GLON. Korzystając z odbiornika urządzenia potrafimy zlokalizować obiekt, lecz nie możemy go personalizować. Systemy lokacji tego nie umożliwiają, ponieważ liczba kanałów częstotliwościowych nadajników osobistych górników wynosi tylko osiem.

Po raz pierwszy górników wyposażono w nadajniki lokacyjne w 1968 r. w czeskiej kopalni węgla w Ostrawie. Nadajniki te pracowały przy częstotliwościach w zakresie 0,7÷0,9 MHz. Wykorzystując do odbioru zwykły odbiornik radiofoniczny uzyskano zasięg lokalizacji około 5 m. Podobne nadajniki, pracujące jedynie w zakresie mniejszych częstotliwości (0,3÷0,4 MHz), zostały wprowadzone kilka lat później w polskich kopalniach węgla. Było to urządzenie typu GON (górniczy osobisty nadajnik). Uzyskano zasięg odbioru poprzez skały do kilkunastu metrów. W obu zakresach częstotliwości podczas namiaru ujawniły się wady, które w latach siedemdziesiątych zapoczątkowały prace nad nowym systemem. Zasadniczą cechą

Open Access (CC BY-NC 4.0)

tego nowego systemu GLON było znaczne zmniejszenie częstotliwości do zakresu około 5 kHz. To zmniejszenie ma uzasadnienie, bowiem w tym zakresie częstotliwości tłumienie fali elektromagnetycznej w górotworze jest bardzo małe, więc składowe pola tej fali w danym punkcie nie będą zależeć od rodzaju skały, stopnia jej wilgotności czy spękania, a zniekształcenia pola, spowodowane instalacjami metalowymi w wyrobiskach, są mniejsze.

Znamionowy moment magnetyczny nadajnika lokacyjnego GLON jest równym 0,08 Am^2, a maksymalny pobór prądu z akumulatora lampy osobistej górnika (około 3,6 V) nie przekracza 20 mA. Odbiorniki lokacyjne GLOP są na wyposażeniu Okręgowych i Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego (OSRG, CSRG Bytom). Dawniej stosowane były analogowe odbiorniki lokacyjne GLOP (prod. PROGRESS Katowice) a obecnie iskrobezpieczne cyfrowe odbiorniki lokacyjne MinSearch (rys. 7.40) opracowane przez firmę ELEKTROMETAL.

Odbiornik MinSearch składa się z pulpitu oraz izotropowej anteny odbiorczej składowej magnetycznej pola. Dla dokładnych poszukiwań w bliskiej odległości do pulpitu dołącza się antenę kierunkową (szperacz). Odbiornik jest pewnego rodzaju woltomierzem selektywnym, w którym selektywność uzyskuje się przez zastosowanie szybkiej transformaty Fouriera (FFT). Do analizy wyniku pomiaru wykorzystuje się charakterystykę amplitudową odbieranego przez antenę sygnału, co pozwala na określenie poziomów osobno dla każdego kanału częstotliwościowego nadajnika GLON. Eliminacja szumów pochodzących z otoczenia możliwa jest przez wykonanie kilku transformat, a następnie ich uśrednienie (wydłuża to czas operacji, ponieważ dla każdej transformaty wykonywany jest osobny pomiar).

Rys. 7.40. Widok odbiornika lokacyjnego MinSearch-15 z anteną, szperaczem i słuchawkami

W celu zwiększenia dokładności pomiaru na danym kanale w antenie umieszczono zestaw kondensatorów sterowanych kluczami, ustawiających częstotliwość rezonansową anteny na środek pasma kanału. W antenie znajduje się programowany generator sygnału pozwalający automatycznie przeskanować możliwe ustawienia kluczy i określić, dla jakich kondensatorów częstotliwości rezonansowe odpowiadają środkom pasm (ten proces nazywa się strojeniem kluczy).

Występowanie częstotliwości rezonansowych powoduje, że charakterystyki amplitudowe dla każdego kanału nie są płaskie. Dla korekcji charakterystyki częstotliwościowej odbiornika stosuje się odpowiednie współczynniki korekcyjne. Do ich określania służy wbudowany

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

w antenę generator sygnału, a proces ten nazywa się korekcją FFT. Zasięg lokacji jest do 30 m i zależy od poziomu szumów składowej magnetycznej pola elektromagnetycznego.

W niektórych kopalniach uwzględniając, że w każdej lampie górnika jest nadajnik lokacyjny i wykorzystując zmodyfikowane odbiorniki lokacyjne (np. wyłącznik WAJL firmy ELEKTROMETAL) możemy wykryć np. nielegalne przypadki korzystania przez górników z jazdy na taśmach przenośnikowych z urobkiem i zatrzymywać awaryjnie te urządzenia. Jest to przykład dodatkowego wykorzystania nadajników osobistych w kopalniach.

Systemy lokacyjne wykorzystywane są też w nadzorze nad strefami ograniczonego dostępu (np. strefa przenośnika przed kruszarką, strefa przenośnika za pomostem do wysiadania), gdzie istotne jest stwierdzenie obecności np. nadajnika lokacyjnego, oraz zainicjowanie reakcji systemu bezpieczeństwa np. wyłączenie kruszarki, przenośnika czy uruchomienie alarmu. Nadajniki lokacyjne instaluje się w każdej lampie górniczej niezależnie od identyfikatorów RFID.

W niektórych lampach górniczych prawidłową pracę nadajnika GLON sygnalizuje pulsująca biała dioda umieszczona na pokrywie pojemnika akumulatora. Jest ona sterowana mikrokontrolerem zainstalowanym w lampie, który sprawdza poprawność pracy nadajnika lokacyjnego. Na bieżąco monitorowane jest generowanie drgań przez antenę nadajnika oraz częstotliwość generowanego sygnału.

Dla KGHM Polska Miedź S.A. Zakład Techniki Ultradźwiękowej Ultrasonica w Gdańsku opracował system lokacji zasypanych osób typu LOK. W systemie tym wszystkie nadajniki górników pracują przy jednej częstotliwości 250 kHz, przy czym każdy z nadajników pracuje impulsowo z podwójnym kluczowaniem z częstotliwością 1 kHz i 1 Hz. W rezultacie w odbiorniku jest słyszany bardzo charakterystyczny, łatwy do odróżnienia dźwięk. Można łatwo rozróżnić, czy dźwięk pochodzi od jednego nadajnika, czy od większej ilości. Nadajnik LOK jest montowany w lampie osobistej górnika.

Odbiornik pracuje z anteną ramową, natomiast odczyt odległości od nadajnika odbywa się za pomocą wycechowanej w metrach linijki świetlnej (rys. 7.41). Przy ustalaniu kierunku pomocny jest głośnik (lub słuchawki).

Rys. 7.41. Widok obrazu na ekranie odbiornika MinSearch w czasie przeprowadzania pomiarów lokalizacyjnych

W centralnym miejscu przekazywana jest informacja o prognozowanej odległości do nadajnika LOK. Poziomy pasek umieszczony pod wyświetlaną odległością obrazuje aktualny

Open Access (CC BY-NC 4.0)

poziom sygnału. Po jego prawej stronie znajduje się mały trójkąt sygnalizujący wzrost lub spadek tego poziomu:

– skierowany w prawo – aktualnie odebrany sygnał jest większy od poprzedniego (nadajnik znajduje się bliżej),
– skierowany w lewo – aktualnie odebrany sygnał jest mniejszy od poprzedniego (nadajnik znajduje się dalej).

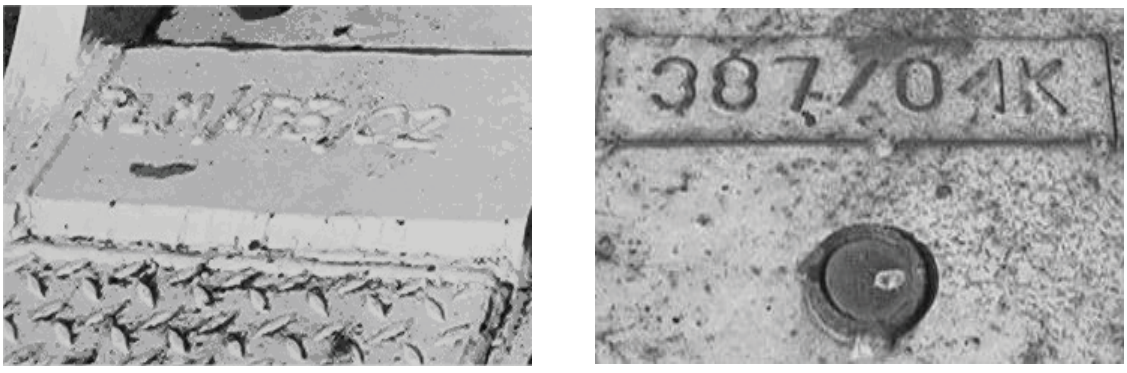
Zasięg maksymalny (do 50 m) jest osiągalny przy niskim poziomie szumów pochodzących z otoczenia oraz w obecności mas stalowych, takich jak: rurociągi, szyny itp. Dokładność pomiaru (określona podczas wykonywania wielu prób) wynosi w przybliżeniu: od 0,5 m (w zakresie 1 m < L < 5 m), do 2,0 m (w zakresie 15 m < L < 50 m) [MinSearch, 2018].

7.8. Inne sposoby wykorzystania systemów identyfikacji i ewidencji w kopalniach

7.8.1. System identyfikacji i ewidencji elementów maszyn górniczych

W roku 2004 w Instytucie Techniki Górniczej KOMAG rozpoczęto prace nad systemem elektronicznej identyfikacji i ewidencji elementów sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej. Podstawowym celem rzetelnej oceny stanu technicznego elementów sekcji obudowy zmechanizowanej jest wyeliminowanie z eksploatacji tych elementów tej sekcji, w których prawdopodobieństwo wystąpienia uszkodzeń wywołanych procesami zmęczeniowymi i korozją jest największe. Dla tej oceny należy zebrać wiarygodne informacje o dotychczasowym przebiegu ich pracy oraz warunkach eksploatacji.

W procesie alokacji elementy sekcji często podlegają wielokrotnemu procesowi demontażu i montażu poszczególnych jej elementów, w wyniku tego często następuje zamiana elementów w modernizowanych poszczególnych sekcjach. Taki stan rzeczy stwarza potrzebę identyfikacji wszystkich podstawowych elementów sekcji obudowy, aby wyodrębnić te, w których pracują elementy najstarsze, najbardziej zużyte bądź te, które pracowały w szczególnie trudnych warunkach środowiskowych.



Rys. 7.42. Stosowane metody znakowania elementów sekcji [Fitowski, 2006]

Stosowane dotychczas w kopalniach metody identyfikacji elementów sekcji w postaci tabliczek znamionowych, napawania kodów identyfikacyjnych lub znakowania farbą często nie zapewniały trwałości oraz czytelności w trudnych warunkach eksploatacyjnych, co utrudniało

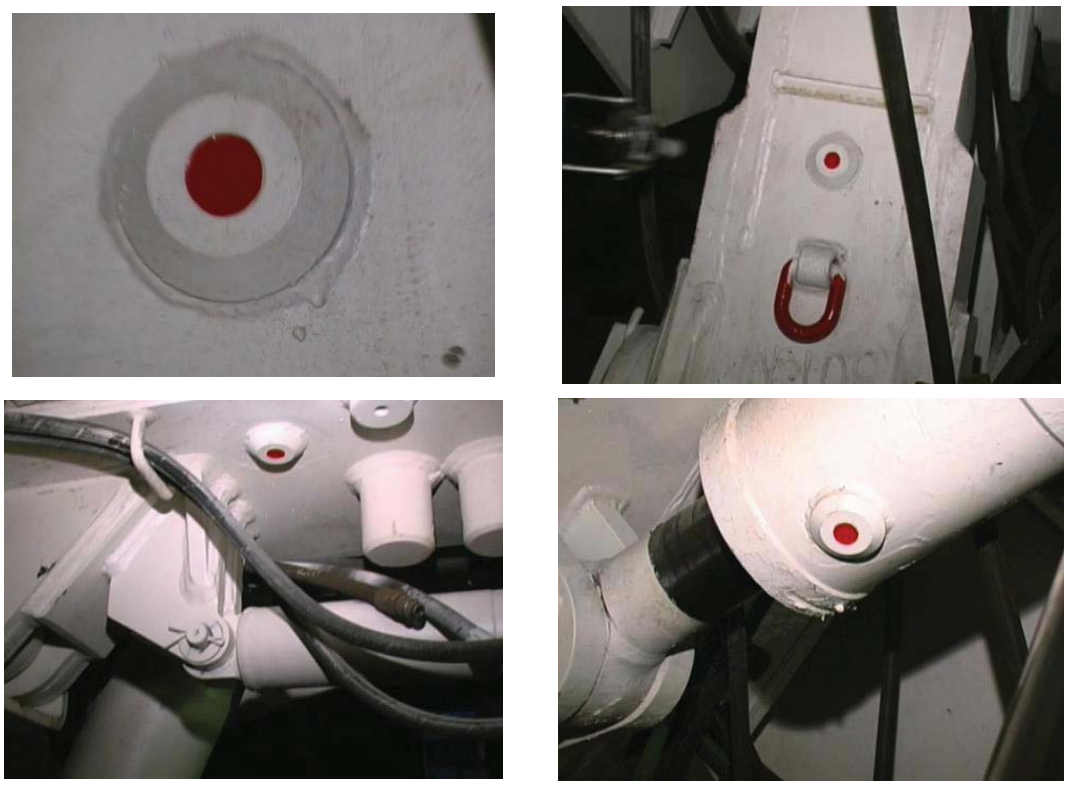
https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

rzetelną ocenę stanu technicznego i prowadzenie przeglądów oraz dodatkowo zwielokrotniało możliwość wystąpienia błędów przy identyfikacji elementów maszyn (rys. 7.42).

Pojawienie się możliwości znakowania elementów z wykorzystaniem technologii RFID umożliwiło opracowanie systemu elektronicznej identyfikacji elementów sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej, składającego się:

- pasywnych transponderów TRID trwale mocowanych na elementach sekcji obudowy,
- czytników RFID typu TRH połączonych np. przewodowo względnie z wykorzystaniem protokołu Bluetooth z dołowym mikrokomputerem typu TRMC-01 lub ET,
- stosownego oprogramowania komputerowego pozwalającego na zarządzanie bazą danych informacji o sekcjach i ich elementach.

W systemie tym podstawowe elementy sekcji obudowy zmechanizowanej są znakowane za pomocą transponderów RFID typu TRID produkcji firmy ELSTA, co umożliwiło między innymi prowadzenie racjonalnej gospodarki środkami trwałymi w tym zakresie (rys. 7.43). W systemie tym zastosowano transpondery przystosowane do pracy w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem [Mikuła, 2012; Rogala-Rojek, 2012; Fitowski, 2006; Szczurkowski, 2006].



Rys. 7.43. Przykłady sposobów montażu transponderów RFID na elementach sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej [Jaszczuk, 2009]

Do odczytu identyfikatorów TRID w ścianie stosuje się np. czytniki TRH-01 lub TRH-04 i mobilne mikrokomputery dołowe: TRMC-01 lub ET-02 (rys. 7.44 a, b) [ELSTA, 2022]. Transponder TRID pracuje w zakresie częstotliwości 125 kHz. Odczyty z pamięci mikrokomputera można przekopiować na powierzchni do bazy danych wykorzystywanej do ewidencji i oceny poszczególnych elementów obudów zmechanizowanych. Wszystkie elementy systemu są iskrobezpieczne i mogą być stosowane w kopalniach metanowych.

Open Access (CC BY-NC 4.0)

Zadaniem czytnika RFID jest odczyt numerów identyfikacyjnych transponderów, inwentaryzacja elementów sekcji oraz ich analiza w stosowanej bazie danych.

Czytnik RFID typu TRH-04 jest urządzeniem iskrobezpiecznym służącym do odczytu znaczników RFID. Wyposażony jest w interfejs Bluetooth 2.0, co umożliwia bezprzewodową transmisję odczytanych danych do iskrobezpiecznego terminala znajdującego się w pobliżu. Urządzenie przeznaczone jest do współpracy z wszystkimi przenośnymi terminalami lub mikrokomputerami wyposażonymi w interfejs Bluetooth. Może to być np. terminal mobilny typu ET-02 produkcji ELSTA Elektronika z Wieliczki. Czytnik TRH-04 zasilany jest z wewnętrznej dwuogniwowej baterii litowo-jonowej o pojemności znamionowej 1800 mAh.

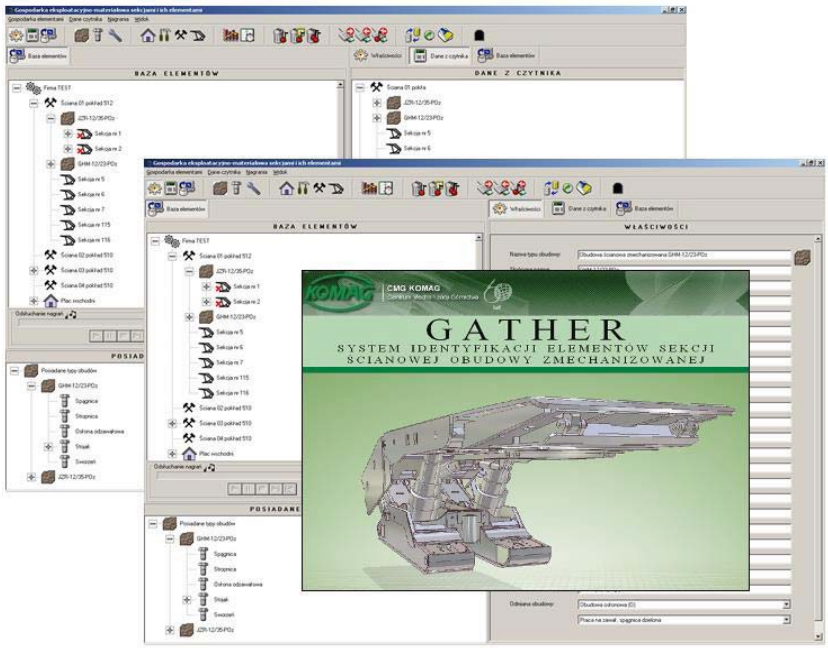
Rys. 7.44. Części składowe systemu identyfikacji elementów sekcji obudowy zmechanizowanej: a) czytniki TRH-01 oraz TRH-04, b) mikrokomputer dołowy TRMC-01 i iskrobezpieczny terminal mobilny ET-02

Terminal mobilny typu ET-02 to iskrobezpieczny komputer przenośny pracujący pod kontrolą systemu operacyjnego Microsoft Windows Embedded Compact 7. Urządzenie posiada kolorowy wyświetlacz LCD, który w zestawieniu z panelem dotykowym oraz klawiaturą umożliwia łatwą współpracę użytkownika z systemem operacyjnym i jego aplikacjami. Terminal ET-02 jest również wyposażony w czytnik kodów kreskowych 1D i 2D wykorzystywanych w zarządzaniu gospodarką materiałową w kopalni. Bezprzewodowe interfejsy cyfrowe (Bluetooth i Wi-Fi) umożliwiają komunikację z terminalem podczas pracy w strefie zagrożenia wybuchem natomiast poza strefą, przy zastosowaniu stacji dokującej SDET-01 dostępny jest dodatkowo uniwersalny interfejs USB. W układzie zasilana ET-02 wykorzystano ogniwa Li-Ion zapewniające długą pracę urządzenia. Ze względów bezpieczeństwa ładowanie ET-02 odbywa się poza strefą zagrożenia wybuchem, za pomocą dedykowanej ładowarki [ELSTA, 2022].

Nieodłączną częścią systemu identyfikacji elementów sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej jest bazodanowe oprogramowanie komputerowe, które pełni w systemie rolę oprogramowania zarządzającego, służącego do rejestracji i przetwarzania danych identyfikacyjnych, ewidencji elementów sekcji oraz przygotowania urządzenia odczytującego

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4

transpondery RFID do odpowiedniego trybu pracy (dodawanie nowych elementów, grupowanie elementów w sekcje oraz zmiany lokalizacji) (rys. 7.45) [Fitowski, 2006; Jaszczuk, 2009].



Rys. 7.45. Oprogramowanie GATHER [Fitowski, 2006]

Oprogramowanie umożliwia ponadto elektroniczne tworzenie raportów zawierających dane dotyczące użytkowania elementów sekcji obudowy zmechanizowanej i wspomagających m.in. podejmowanie decyzji w procesie oceny stanu technicznego sekcji (rys. 7.46) [Fitowski, 2006].

ZESTAWIENIE
elementów sekcji obudowy zmechanizowanej zabudowanych w nowo uruchomionej ścianie nr 1000

Nr sekcji	Typ sekcji	Nazwa elementu	Nr ewidencyjny	Rok produkcji
1	MKK-12/28-POz	Stropnica	0001/08	2008
		Osłona odzawał.	0002/08	2008
		Spągnica	0003/08	2008
		Łącznik przedni	0004/08	2008
		Łącznik tylny	0005/08	2008
		Podpora strop.	0006/08	2008
		Stojak hyd.	0007/08	2008
2	MKK-12/28-POz	Stropnica	0008/08	2008
		Osłona odzawał.	0009/08	2008
		Spągnica	0010/08	2008
		Łącznik przedni	0011/08	2008
		Łącznik tylny	0012/08	2008
		Podpora strop.	0013/08	2008
		Stojak hyd.	0014/08	2008

RAPORT
o stanie technicznym elementów sekcji obudowy zmechanizowanej zabudowanych w ścianie 1000

Sekcja	Element			Stan techniczny
	Nazwa	Nr ewid.	Rok prod.	
Sekcja nr 1 MKK-12/28-POz	Stropnica	0020/99	1999	Pęknięcie spoiny o dł. 0,4 m
	Osłona odzawał.	0021/99	1999	Wygięcie osłony bocznej
	Spągnica	0022/99	1999	Brak uwag
	Łącznik przedni	0023/99	1999	Brak uwag
	Łącznik tylny	0024/99	1999	Brak uwag
	Podpora strop.	0025/99	1999	Uszkodzone ucho podpory stropnicy
	Stojak hyd.	0026/99	1999	Uszkodzenie gładzi rdzennika

Rys. 7.46. Przykłady raportów wygenerowanych przy użyciu aplikacji GATHER

System identyfikacji elementów sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej zapewnia jednoznaczną identyfikację elementów nośnych sekcji, rejestrację czasu użytkowania tych elementów oraz warunków ich pracy, a także pozwala na przetwarzanie niezbędnych danych

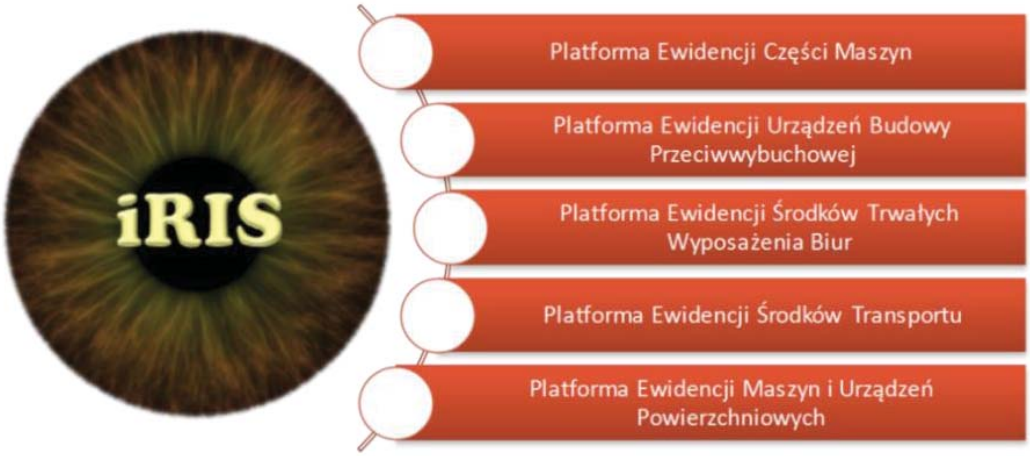
Open Access (CC BY-NC 4.0)

dla oceny stopnia zużycia tych elementów. Zastosowanie technologii RFID pozwoliło usprawnić procesy logistyczne i zminimalizować ryzyko błędów generowanych przez dotychczas stosowane systemy identyfikacji.

7.8.2. iRIS - System identyfikacji maszyn, urządzeń, środków trwałych oraz transportu

Wzrost zainteresowania nowoczesnymi systemami zarządzania w zakresie maszyn, urządzeń, środków trwałych oraz środków transportu, stosowanymi w kopalniach węgla kamiennego stanowił podstawę do podjęcia prac nad kompleksowym systemem ich identyfikacji. W 2011 r. podjęte zostały pierwsze prace mające na celu opracowanie systemu iRIS, który stanowiłby narzędzie do prowadzenia elektronicznej ewidencji środków trwałych, w kopalniach JSW. Aktualnie system ten składa się z pięciu platform (rys. 7.47) [Rogala-Rojek, 2012; Warzecha, 2011]:

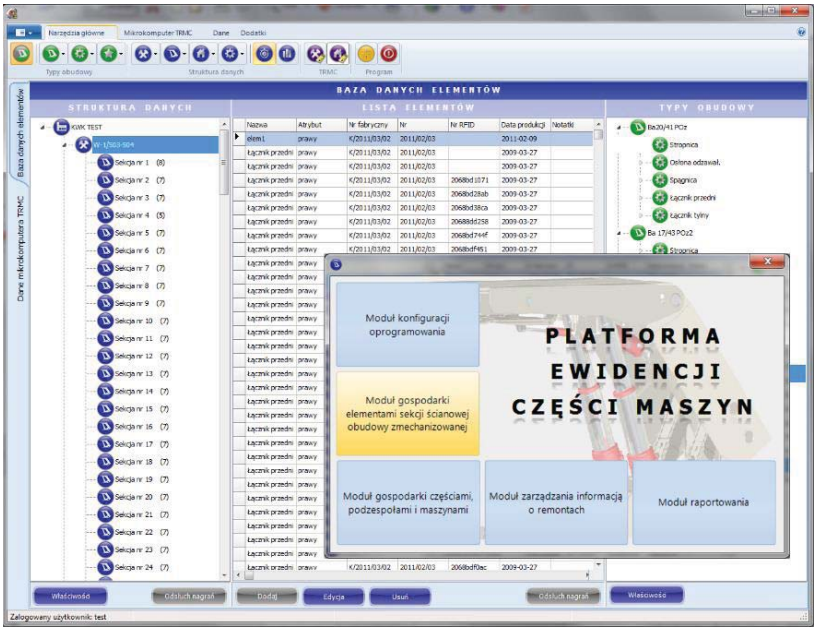
- PECM - przeznaczonej do maszyn, urządzeń i części stosowanych w wyrobiskach podziemnych,
- PEUBP - przeznaczonej do maszyn i urządzeń budowy przeciwwybuchowej,
- PEŚT - przeznaczonej do środków transportu,
- PEMP - przeznaczonej do maszyn i urządzeń stosowanych na powierzchni,
- PEŚTB - przeznaczonej do wyposażenia biurowego.


iRIS
Platforma Ewidencji Części Maszyn
Platforma Ewidencji Urządzeń Budowy Przeciwwybuchowej
Platforma Ewidencji Środków Trwałych Wyposażenia Biur
Platforma Ewidencji Środków Transportu
Platforma Ewidencji Maszyn i Urządzeń Powierzchniowych

Rys. 7.47. Platformy systemu iRIS [Rogala-Rojek, 2012; Warzecha, 2011]

Platforma ewidencji części maszyn (PECM) powstawała jako integralna część systemu elektronicznej identyfikacji elementów sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej, a obecnie stanowi niezależne oprogramowanie bazodanowe [Mikuła, 2012; Rogala-Rojek, 2012].

https://doi.org/10.32056/KOMAG/Monograph2023.4



Rys. 7.48. Platforma Ewidencji Części Maszyn (PECM) [Mikuła 2012; Rogala-Rojek 2012]

Oprogramowanie PECM pozwala na ewidencjonowanie elementów sekcji ścianowej obudowy zmechanizowanej oraz na przetwarzanie niezbędnych danych w celu oceny stopnia ich zużycia, co jest niezwykle istotne w aspekcie bezpieczeństwa pracy załóg górniczych. Przykładowy widok jednej z plansz oprogramowania PECM przedstawiono na rysunku 7.48.

Platforma Ewidencji Maszyn Powierzchniowych (PEMP) również wykorzystuje czytniki RFID. Platforma ewidencji środków transportu (PEŚT) została przewidziana do ewidencji oraz monitorowania przemieszczania jednostek transportowych zarówno na powierzchni, jak i w wyrobiskach podziemnych. System informatyczny wspomagający prowadzenie ewidencji urządzeń budowy przeciwwybuchowej (PEUBP) uwzględnia przepisy obowiązującego prawa dotyczące eksploatacji urządzeń w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

Przyjęte ww. rozwiązania techniczne wraz z oprogramowaniem ułatwiają pracę i umożliwiają pozyskanie źródła wiarygodnej informacji o stanie technicznym poszczególnych elementów, maszyn oraz urządzeń [Mikuła, 2012; Rogala-Rojek, 2012].

Open Access (CC BY-NC 4.0)